

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

Теплоенергетичний факультет

Кафедра автоматизації проектування енергетичних процесів і систем

До захисту допущено
Завідувач кафедри

О.В. Коваль

(підпис)

(ініціали, прізвище)

“ ”

2019р.

ДИПЛОМНА РОБОТА

на здобуття ступеня бакалавра

з напрямку підготовки 6.050101 “ Комп’ютерні науки ”

на тему створення бібліотеки функцій для аналізу гідроакустичної ситуації в складі моделюючого комплексу гідроакустичного датчику з використанням ГІС

Виконав (-ла): студент (-ка) 4 курсу, групи ТМ-52

Геращенко Дмитро Богданович

(прізвище, ім’я, по батькові)

(підпис)

Керівник Швайко Валерій Григорович

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

(підпис)

Консультант

(назва розділу)

(вчені ступінь та звання, прізвище, ініціали)

(підпис)

Рецензент

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

(підпис)

Засвідчую, що у цій дипломній роботі
немає запозичень з праць інших авторів
без відповідних посилань.

Студент

(підпис)

Київ – 2019 року

**Національний технічний університет України
“Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського”**

Факультет теплоенергетичний

Кафедра автоматизації проектування енергетичних процесів і систем

Рівень вищої освіти перший рівень

Напрямок підготовки 6.050101 “Комп’ютерні науки”

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ О.В. Коваль

(підпис)

” ____ ” _____ 2019р.

ЗАВДАННЯ

на дипломну роботу студенту

Геращенко Дмитро Богданович

(прізвище, ім’я, по батькові)

1. Тема роботи «Створення бібліотеки функцій для аналізу гідроакустичної ситуації в складі моделюючого комплексу гідроакустичного датчику з використанням ГІС»

керівник роботи Швайко Валерій Григорович асистент

(прізвище, ім’я, по батькові науковий ступінь, вчене звання)

затверджена наказом вищого навчального закладу від ”22”05 2019р. № 1325С

2. Строк подання студентом роботи 10.06.2019

3. Вихідні дані до роботи середовище Microsoft Visual Studio 2010, мова програмування С# з використанням функцій ArcGis

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Розробити програмний модуль для моделювання умов проходження звукового сигналу в морському середовищі. Розробити функції побудови рельєфу морського дна та імітацію руху надводного чи підводного судна

5. Перелік ілюстративного матеріалу

«Мета та завдання роботи», «Проблеми які вирішує дане рішення», «Існуючі рішення», «Використані технології», «Чому саме ArcGIS?», «Архітектура системи», «Скріншоти роботи системи», «Робота користувача з програмною системою», «Висновки».

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання ”14” жовтня 2019 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів виконання дипломної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітки
1.	Затвердження теми роботи	11.10.2018	
2.	Вивчення та аналіз задачі	14.10.2019-26.12.2018	
3.	Розробка архітектури та загальної структури системи	04.02.2019-05.03.2019	
4.	Розробка структур окремих підсистем	06.03.2019-18.04.2019	
5.	Програмна реалізація системи	19.04.2019-05.05.2019	
6.	Оформлення пояснювальної записки	06.05.2019-08.06.2019	
7.	Захист програмного продукту	17.05.2019	
8.	Передзахист	31.05.2019	
9.	Захист	17.06.2019-21.06.2019	

Студент _____
(підпис)

Геращенко Д.Б. _____
(прізвище та ініціали,)

Керівник роботи _____
(підпис)

Швайко В.Г. _____
(прізвище та ініціали,)

АНОТАЦІЯ

Метою роботи було створення програмного модулю для моделювання умов проходження звукового сигналу в морському середовищі. Розроблені функції побудови рельєфу морського дна та розрахунку умов проходження морського дна. В роботі представлені результати алгоритм та реалізація розрахунку в умовах неглибокого моря в вигляді картографічного інтерфейсу, табличного відображення результатів розрахунку, та процедури збереження результатів в файлі спеціального формату.

Записка містить 78 сторінок, 16 рисунків та 10 посилань.

ABSTRACT

The aim of the work was to create a software module for modeling the conditions for passing the sound signal in the marine environment. The functions of constructing the seafloor relief and calculating conditions for passing the seabed have been developed. The paper presents the results of algorithm and calculation realization in the shallow sea in the form of cartographic interface, tabular display of the results of calculation, and the procedure for saving the results in a special format file.

The note contains 78 pages, 16 images and 10 references.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ7

ВСТУП.....	8
1. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ.....	10
2. ЗАГАЛЬНИЙ АНАЛІЗ АЛГОРИТМІВ МОДЕЛЮВАННЯ....	12
2.1 Архітектура моделюючого комплексу	13
2.2 Методика моделювання.....	15
2.3 Опис технології моделювання	16
2.4 Опис побудови профілю морського дна.....	18
2.5 Гідроакустична технологія.....	22
2.6 Алгоритм побудови профілю морського дна	23
2.7 Характеристика морського середовища	25
3. ПРЕДСТАВЛЕННЯ ARCGIS	32
3.1 Види AcrGis.....	32
3.2 ArcGis Desktop. Можливості та компоненти	33
3.3 Розширення ArcGIS Desktop	34
3.4 Функціонал ArcMap	34
3.5 Висновки до розділу	36
4. ОБЧИСЛЮВАЛЬНІ МЕТОДИ РЕАЛІЗАЦІЇ ПРОГРАМНОЇ СИСТЕМИ.....	37
4.2 Середовище розробки.....	39

4.2 Технології, використані при розробці програмного засобу	40
4.3 Висновки до розділу	41
5. ОПИС ПРОГРАМНОЇ РЕАЛІЗАЦІЇ.....	42
5.1 Опис реалізації	42
5.2 Висновки до розділу	46
6. МЕТОДИКА РОБОТИ КОРИСТУВАЧА.....	47
6.1 Системні вимоги та інсталяція.....	47
6.2 Використання в межах застосунку ArcMap	47
6.3 Демонстрація роботи додатку	49
6.4 Висновки до розділу	51
ВИСНОВКИ.....	52
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	53
ДОДАТОК 1	54
ДОДАТОК 2	56
ДОДАТОК 3	72

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

- ГАП - гідроакустичні процеси
- ГІС – геоінформаційна система
- ІГІС - інтелектуальна геоінформаційна системи
- ТПШ - турбулентний прикордонний шар
- МОК - Міжурядова океанографічна комісія
- СУБД - система управління базами даних

ВСТУП

Експериментальним дослідженням гідроакустичних процесів пов'язаних з вивченням особливостей шумовипромінювання морських об'єктів кінцевою метою яких є класифікації та ідентифікації цих об'єктів на основі використання ряду відповідних алгоритмів, таких як генерації сигналів, виділення сигналів з поточного стану загального гідроакустичного поля акваторії, класифікації та кінцевої ідентифікації об'єктів за конкретними ознаками і властивостями у сьогоdnішній час приділяється значна увага.

За звичай ці дослідження виконуються на основі натурних експериментів, які проводяться в різних акваторіях з різними об'єктами та підтверджують високу ефективність дослідження спектрально-енергетичних характеристик виділених сигналів шумоізлучаючих морських об'єктів, при цьому важлива процедура самої оцінки ефективності ідентифікації, класифікації та ймовірності правильного виявлення, класифікації, пропуску помилкових тривог.

Експериментально визначені характеристики шумовипромінювання морських об'єктів дозволяють розробити різнопланові морські охоронні системи. Ці системи забезпечують визначення, ідентифікацію, пеленгування, визначення дальності, швидкості, курсових кутів і побудова трас руху морських об'єктів.

Роботи, пов'язані з проведенням кожного окремого натурного експерименту є ресурсо витратними та вимагають додаткового виконання процедур: фіксації умов експерименту, тимчасової прив'язки подій і ретельного їх опису для зберігання і подальшого поглибленого аналізу і обробки.

Тому є необхідність створення засобів імітації умов проведення експерименту, наприклад:

- Модель акваторії, що включає шар берегової лінії, та шар батиметрії.
- Опис параметрів морського середовища (розподіл температур в залежності від сезону і глибини, солоність) .
- Алгоритмів імітації руху суден.

- Набір моделей приладів виявлення сигналів (їх розташування, характеристики).
- Модель проходження акустичного сигналу в морському середовищі.

Перераховані процедури можна умовно звести до поняття створення і опису сцени моделювання.

В цій дипломній роботі я створюю модуль розрахунку параметрів для моделі розповсюдження акустичного сигналу в морському середовищі.

1. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ

Метою моєї дипломної роботи було створення програмного модулю для моделювання умов проходження звукового сигналу в морському середовищі для подальшого використання в програмному комплексі моделювання гідроакустичного сигналу.

Проходження звукового сигналу в морському середовищі визначається наступними параметрами:

- Профілем морського дна вздовж напрямку проходження акустичного сигналу;
- Температурою води на різних глибинах моря
- Солоністю води

Комплекс гідроакустичного моделювання реалізує експеримент з імітацією гідроакустичного сигналу в умовах неглибокого моря і побудований в вигляді спеціалізованого програмно технологічного комплексу з використанням методів геоінформаційного аналізу.

Робота програмного модулю базується на алгоритмі побудови профілю морського дна на основі рельєфу морського дна – батиметрії.

Також модуль розраховує розподіл температур та солоності вздовж профіля для подальшого використання в імітації проходження звукового сигналу.

Задачі що вирішуються при створенні програмного модуля:

- 1) Побудова цифрової моделі акваторії (шар берегової лінії, батиметрія);
- 2) Побудова та реалізація алгоритму руху судна.
- 3) Побудова та реалізація методів розрахунку профіля морського дна вздовж визначеного напрямку.
- 4) Розрахунок розподілу солоності та температури вздовж профілю морського дна.
- 5) Візуалізація результатів розрахунку.
- 6) Збереження результатів розрахунку в файлі передаточного формату.

Розроблений програмний модуль має вигляд компонентної бібліотеки, що

містить класи з методами аналізу гідроакустичної ситуації в складі моделюючого комплексу гідроакустичного датчику з використанням ГІС.

2. ЗАГАЛЬНИЙ АНАЛІЗ АЛГОРИТМІВ МОДЕЛЮВАННЯ

Наведений огляд сучасного стану проблеми побудови універсальної системи моделювання гідроакустичних процесів показує необхідність подальшої розробки методів та технології для такого роду досліджень.

В роботі пропонується побудувати спеціалізований програмно технологічний комплекс моделювання гідроакустичних процесів з використанням методики сценарного і математичного моделювання. Такі підходи дозволять значно поширити коло задач дослідження та вирішати проблеми пов'язані з різноманітністю методик фіксації сигналів, їх спектрально-енергетичних характеристик. Крім цього використання сценарного підходу при проведенні досліджень забезпечить побудову надійної системи фіксації параметрів експериментів та можливості формування правил оцінювання результатів моделювання.

Загальною метою побудови моделюючого комплексу є вивчення та формування оцінок різних комп'ютерних моделей гідроакустичних процесів з позиції адекватності відображення реальних фізичних процесів поширення акустичних сигналів, а також опрацювання та удосконалення алгоритмів їх розпізнавання і на цій основі проведення класифікації та ідентифікації випромінюючих об'єктів у районах спостереження.

Програмний комплекс покликаний вирішувати наступні задачі моделювання:

- 1. комп'ютерне моделювання процесів розповсюдження акустичних сигналів в гідро середовище;**
- 2. моделювання процесів виділення сигналів, що надійшли від різних шумовипромінюючих об'єктів;**
- 3. моделювання процесів класифікації та ідентифікації об'єктів - джерел випромінювання;**

Крім того, комплекс повинен вирішувати завдання організації дослідного процесу, що полягає в проведенні ряду експериментів, включаючи такі завдання як облік експериментів, організацію сцен, формування сценаріїв, оцінку в системі моделей.

В цьому напрямку комплекс вирішує основне завдання управління роботою на основі рішення наступних задач :

1. включення процедур управління сценами моделювання, що дозволяє виконати: документування властивостей сцени (реєстрація, модифікація і видалення), формування з використанням засобів типової геоінформаційної системи наповнення сцени - параметрами (координати, глибини, температури, тиску і таке інше), шумовипромінюючих об'єктів і гідроакустичними приладами фіксації шумів;
2. використання механізмів управління сценаріями (послідовність кроків моделювання) при виконанні експерименту, які виконують процедури документування сценаріїв, покрокове або комплексне виконання включених в сценарій окремих етапів моделювання з фіксацією оцінок їх виконання;
3. ведення бібліотеки моделей з можливостями реєстрації, модифікації, видалення та активізації окремих математичних моделей;
4. включення механізмів дослідження моделі окремо поза сценарію;
5. формування та ведення бази даних з описом експериментів і довідників системи;
6. включення засобів оцінки результатів експерименту на основі використання процедур формування та використання бази знань.

2.1 Архітектура моделюючого комплексу

Узагальнена архітектура комплексу моделювання для ідентифікації, класифікації та визначення параметрів руху морських об'єктів. Модель представлена наступними структурними компонентами (Рисунок. 2.1):

1. Моделювання морського середовища - виконує функції завдання середовища моделювання (шум моря, параметри дна, берегова лінія, температури води, глибина занурення об'єкта і таке інше), параметрів морських об'єктів (тип, розмір, напрямок, швидкість руху);
2. Моделювання гідроакустичної системи - задає конфігурацію фіксуючих приладів і їх параметри (тип, розміри, чутливість)

3. Компонент «Аналіз гідроакустичних сигналів» являє собою інструментальні засоби і методи аналізу сигналів (БПФ, цифрова фільтрація, спектральний, частотний, кореляційний аналіз та інші);
4. Компонент «Розпізнавання морських об'єктів» містить набір інструментальних засобів для виявлення об'єктів, класифікації та визначення параметрів руху об'єктів, включаючи методи нечіткої логіки;
5. Компонент «Ведення бази знань предметної області» виконує функції введення накопиченого досвіду, створення шаблонів, онтологій, метаописів морських об'єктів, кластеризації знань;
6. Компонент «Машина виведення» призначена для організації логічного висновку на основі накопичених знань, включаючи засоби композиції продукційних правил, самонавчання та адаптації;
7. Інформаційне сховище є сполучною ланкою між структурними компонентами моделюючої системи і містить як безпосередньо дані для опису предметної області, так і посилання на Web-сервіси обробки, аналізу, ідентифікації та класифікації даних предметної області;
8. Засоби адміністрування та управління забезпечують налаштування сервісів і додатків, управління правами доступу користувачів до інформаційних ресурсів, управління безпекою та продуктивністю моделює системи.



Рисунок 2.1 Структурні компоненти моделюючого комплексу

2.2 Методика моделювання

Весь комплекс досліджень являє собою певну систему проведення модельних гідроакустичних експериментів з використанням елементів сценарного підходу.

Сутність сценарного підходу є створення сценаріїв аналізу різних процесів моделювання, тобто деяка формалізована фіксація послідовності застосування інструментів моделювання та процедур оцінювання якості обраних моделей із завданням параметрів, які визначають їх використання. Система повинна містити засоби, що дозволяють зафіксувати сценарії, організувати їх виконання, а також сформулювати поетапну оцінку як роздільної здатності методів виконати покладені на них завдання, так і оцінку результатів

отриманих за їх допомогою.

Загальна схема проведення експериментів з використанням сценарного підходу (Рисунок 2.2).



Рисунок 2.2 Загальна схема проведення експериментів з використанням сценарного підходу

2.3 Опис технології моделювання

Напрямок досліджень за допомогою натурних експериментів, дозволяє виробляти загальні підходи у організації навігаційних систем, створенні систем акустичної томографії, досліджувати якісні характеристики систем виявлення та визначення морських об'єктів у акваторіях.

В роботі надані результати зі розробки інтелектуальної геоінформаційної системи (ІГІС) призначеною для моделювання та дослідження гідроакустичних

полів [1].

Основними елементами ІГІС є:

- **ГІС-інтерфейс.** Служить для взаємодій користувача з системою і інтеграції складових частин ІГІС для забезпечення функціональності системи;
- **База знань.** Включає онтологію, яка описує сутності предметної області і відносини між ними. Другою частиною бази знань є сукупність об'єктів (сервер-об'єктів), що представляють реальні сутності предметної області;
- **Експертна система.** Включає в себе онтологію сценаріїв діяльності, що дозволяє користувачам використовувати гнучкі інструменти формування логічних правил управління обчислювальним процесом при проведенні розрахунків, і машину логічного висновку, призначену для безпосереднього управління моделюванням в процесі виконання розрахунків;
- **Сервер картографічної інформації.** Призначений для візуалізації картографічних даних, роботи з картографічними даними в єдиному координатному просторі;
- **Сервіс електронного документообігу.** Забезпечує формування звітів і обмін звітами між віддаленими користувачами;
- **Комплекс розрахункових моделей.** Призначений для прогнозування і апроксимації параметрів середовища, реалізації алгоритмів розрахунку акустичного поля, апроксимації вихідних даних моделювання, а також реалізації інших розрахункових алгоритмів.

Обмеження системи є не визначеність понять сцен та сценаріїв, фіксований перелік моделей розрахунків, відсутність процедур ідентифікації об'єктів

Таким чином, для вирішення задач управління гідроакустичними експериментам з метою аналізу та оцінки вирішальної здатності алгоритмів генерації та аналізу гідроакустичних сигналів подальшому проведенні процедур класифікації та ідентифікації морських штучних шумовипромінюючих об'єктів потрібна окрема система моделювання.

2.4 Опис побудови профілю морського дна

В програмному модулі профіль морського дна створюється з батиметричних даних.

Батиметричні дані, по суті, відомості про глибину води та підводний рельєф океанів, морів і озер, важливі у багатьох аспектах морських і озерних досліджень, адміністрування та просторового планування морських і прибережних середовищ та їх ресурсів (Рисунок 2.3). У глибоководному морі більшість батиметричних даних збираються переважно для таких цілей. Навіть незважаючи на те, що батиметричні дані в багатьох регіонах все ще рідкісні, проводяться значні міжнародні зусилля, щоб зібрати всі наявні дані і зробити їх доступними для громадськості. Прикладами таких зусиль є Міжнародні проекти з батиметричної діаграми, схвалені Міжурядовою океанографічною комісією (МОК), або Загальною батиметричною схемою океанів.

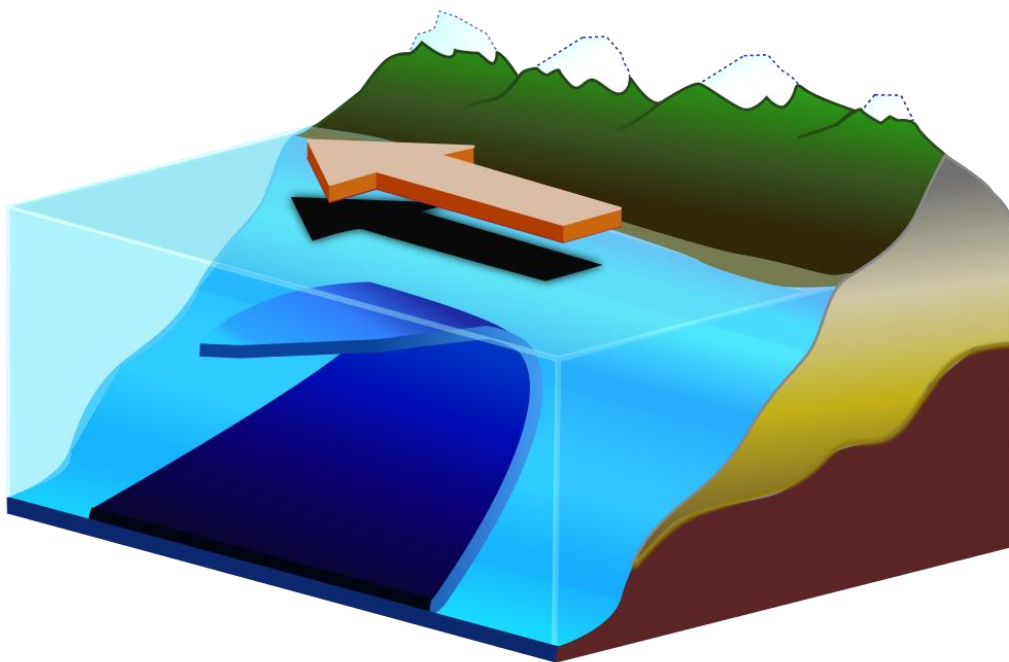


Рисунок 2.3 Батиметрія морського дна

На мілководдях і прибережних територіях окремих держав, однак, на перший план виступають інші суспільні потреби: безпека судноплавства є тут найбільш пріоритетним обґрунтуванням батиметричного відображення поблизу узбережжя, навколо мілководних шляхів і уздовж морських шляхів. Це відображення є основою для виробництва морських карт. У більшості країн гідрографічні зйомки лежать в межах відповідальності національних гідрографічних відділень або флотів. Детальні батиметричні вимірювання, що використовуються для виробництва графіків, в деяких країнах вважаються конфіденційною інформацією, і тому доступ до даних може бути обмежений. Опубліковані морські картки, таким чином, часто є найкращим зображенням прибережного морського дна, легко доступного для громадськості, включаючи наукову спільноту.

Проте з багатьох причин дані глибини, показані на морських картах (надалі називаються глибинами графіків), є менш ніж ідеальними у багатьох дослідженнях. Зондування на морських картах вибирається з глибинним зміщенням, оскільки мілини загалом мають велике значення для безпеки навігації, ніж глибини. Тому такі дані не дають реалістичного зображення морфології морського дна. Крім того, горизонтальне відстань діаграмного зондування є нерівномірним, розрідженим і часто зосередженим уздовж звичайних транспортних шляхів.

Було проведено мало досліджень щодо того, як батиметричні дані, що збираються насамперед для безпеки навігації, використовуються або можуть використовуватися для інших цілей у науці та суспільстві. Які потенційні проблеми можуть виникнути через міждисциплінарне використання таких даних? Чи існують оптимальні способи підготовки та розповсюдження батиметричних даних, щоб максимізувати їх корисність? Якщо відповісти на це питання належним чином, це може призвести до кращих можливостей для синхронізації зусиль збору та розподілу даних між гідрографічними органами та кінцевими користувачами в галузі досліджень та управління.

Батиметрія має значення для циркуляції океану. Широкомасштабні батиметрії

направляють великомасштабні течії і відокремлюють водні маси в сусідніх глибоких океанічних басейнах. Маломасштабна батиметрія або шорсткість дна пов'язана з підвищеним рівнем вертикального перемішування і, таким чином, є основним фактором, що визначає просторову мінливість у вертикальному перемішуванні океану. Разом ці два ефекти батиметрії, керування та змішування є важливими факторами, що впливають на глобальну циркуляцію океану.

Океанські течії не можуть проходити через хребти або підводні гори, отже, глибокі струми обертаються навколо основних батиметричних особливостей. Крім того, особливо на високих широтах, де поверхневі і глибокі води мають подібну щільність, геофізичні потоки мають тенденцію бути вертикально когерентними (або баротропними) через обертання Землі. В результаті струми біля поверхні океану мають тенденцію вирівнюватися приблизно в тому ж напрямку, що і глибокі океанські течії, і, як наслідок, прагнуть слідувати контурам постійної глибини, керуючись навколо нерівностей і западин морського дна.

Батиметрія впливає на циркуляцію океану як шляхом керування великомасштабним потоком, так і шляхом впливу на швидкість дисипації. У цій роботі розглянуто приклади обох типів процесів. Оскільки батиметрія блокує потік, вона визначає, де можуть йти океанські течії і де глибока вода може проходити між басейнами. Це, у свою чергу, впливає на те, як швидко тепло може протікати через глибокий океан. Груба топографія також індукує високу вертикальну дифузію, прискорюючи вертикальне перемішування океану. Це визначає розшарування океану і впливає на проникнення тепла і газів з атмосфери в глибокий океан.

Чисельні моделі циркуляції океану чутливі до деталей батиметрії. Хоча в даний час батиметрія не перешкоджає ефективності більшості моделей океанічної циркуляції, оскільки доопрацювання моделей доопрацьовується, і інші проблеми вирішуються протягом наступних кількох років, батиметрія може виявитися критичною вимогою для досліджень клімату та циркуляції.

Середньоатлантичного хребта, вона отримує гідравлічну напірну головку. В результаті він швидко змішується з навколишньою водою у відтоку.

Особливості рельєфу океанічного дна - полиці, схили, підйоми, рівнини,

хребти і окопи - кількісно підсумовуються океанологами, а також розподіл суші на різних висотах, на графіку, що називається гіпсографічної кривою. Гіпсографічна крива показує, який відсоток поверхні Землі піднімається над сучасним рівнем моря до заданої висоти, або опускається під неї на задану глибину (Рисунок 2.4).

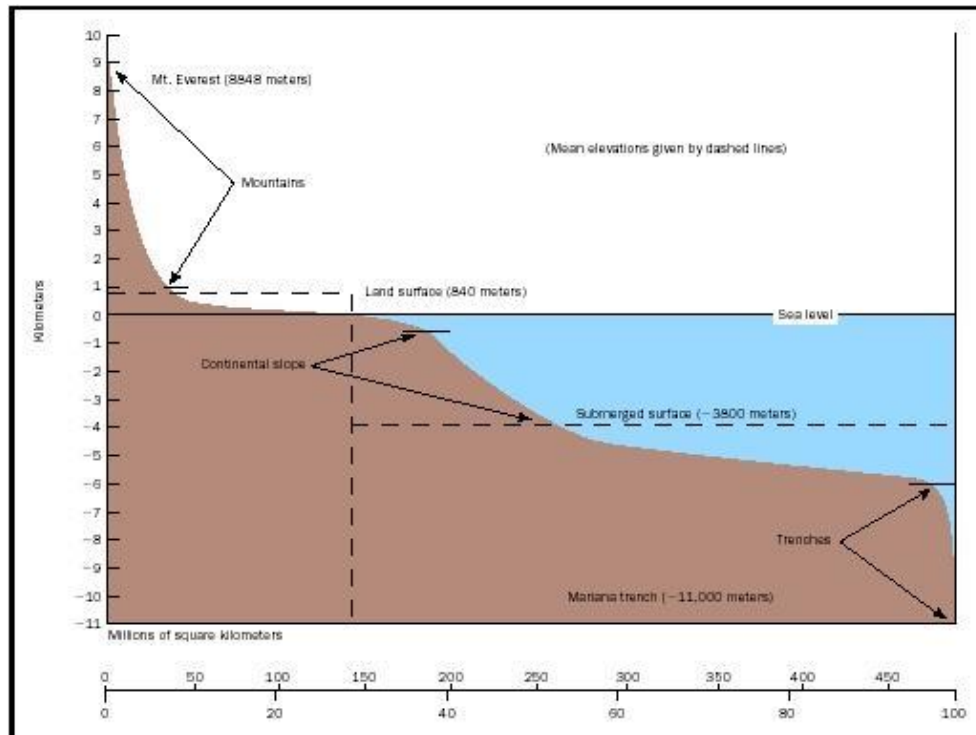


Рисунок 2.4 Гіпсографічна крива показує кількість земної поверхні на різних висотах і глибинах.

Крива показує, що невеликий відсоток земної поверхні складається з висотних континентальних гір, 30 відсотків поверхні складають континентальні низовини. Континентальні шельфи та схили становлять близько 15%, абісальні рівнини та системи середньо-океанських хребтів майже на 50%, і глибоководні траншеї складають невелику частку.

Той факт, що поверхня Землі складається в основному з плоских плит континентальної і океанічної кори, з горами і глибоководними траншеями, що відбуваються тільки по краях, де плити стикаються, дає гіпсографічну криву характерну форм

2.5 Гідроакустична технологія

Гідроакустика - вивчення і застосування звуку у воді. Гідроакустика, використовуючи гідроакустичну технологію, найчастіше використовується для моніторингу підводних фізичних і біологічних характеристик [2].

Термін гідроакустика описує вивчення звукових хвиль у воді та її застосування. Гідроакустичний моніторинг передбачає запис сигналів, які показують зміни тиску води, що створюються звуковими хвилями у воді. Звук поширюється дуже ефективно через воду, так що його можна почути і виявити на великих відстанях.

У воді є один шар, де звуковий рух є більш повільним, але особливо ефективним. Цей шар є звукоізоляційним і ранговим каналом SOFAR, який зазвичай знаходиться на глибині близько 1000 м. Гідроакустичний моніторинг використовує унікальне явище звукових хвиль, що потрапили в цей шар.

Гідроакустичні технології спочатку розвивалися на початку 20-го століття з метою підвищення безпеки морських подорожей. Звукові хвилі випромінювалися, а їх відбиття вимірювалися об'єктами, такими як айсберги та мілини у воді. Називається сонаром (звукова навігація і ранжування), ця технологія незабаром була використана для навігації підводних човнів і виявлення.

Гідроакустика може бути використана для виявлення глибини водного тіла (батиметрія), а також наявності або відсутності, чисельності, розподілу, розмірів і поведінки підводних рослин і тварин. Гідроакустичне зондування включає в себе "пасивну акустику" (прослуховування звуків) або акустичну акустику.

Існує ряд різних причин шуму від судноплавства. Вони можуть бути поділені на ті, які викликані пропелером, ті, що викликаються машиною, і ті, які викликані рухом корпусу через воду.

Відносна важливість цих трьох різних категорій залежатиме, серед іншого, від типу корабля. Однією з основних причин гідроакустичного шуму з повністю

занурених підйомних поверхонь є нестационарний розділений турбулентний потік поблизу кінця задньої кромки, що створює тиск флуктуацій на поверхні і нестационарний коливальний потік в найближчому сліді.

Відносний рух між поверхнею і океаном створює турбулентний прикордонний шар (ТПШ), що оточує поверхню. Шум породжується флуктуючими полями швидкості і тиску в межах даного ТПШ.

2.6. Алгоритм побудови профілю морського дна

Батиметрія морського дна це растрова модель поверхні морського, матриця кожен елемент означає глибину моря в даній точці. Джерелом одержання батиметрії є ехолокація морського дна та побудова растрової моделі з використанням методів наступних методів ГІС аналізу:

- Побудова триангуляційної моделі на основі одержаних значень глибини в точках ехолокації (Рисунок 2.5).
- Перетворення триангуляційної моделі в растрову модель (Рисунок 2.6).

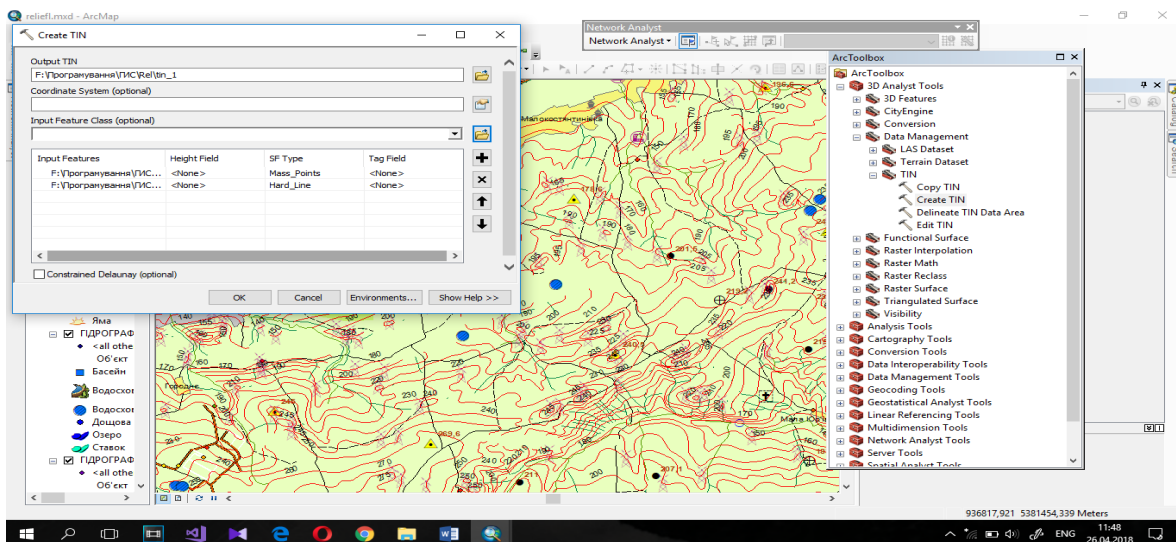


Рисунок 2.5 Побудова триангуляційної моделі.

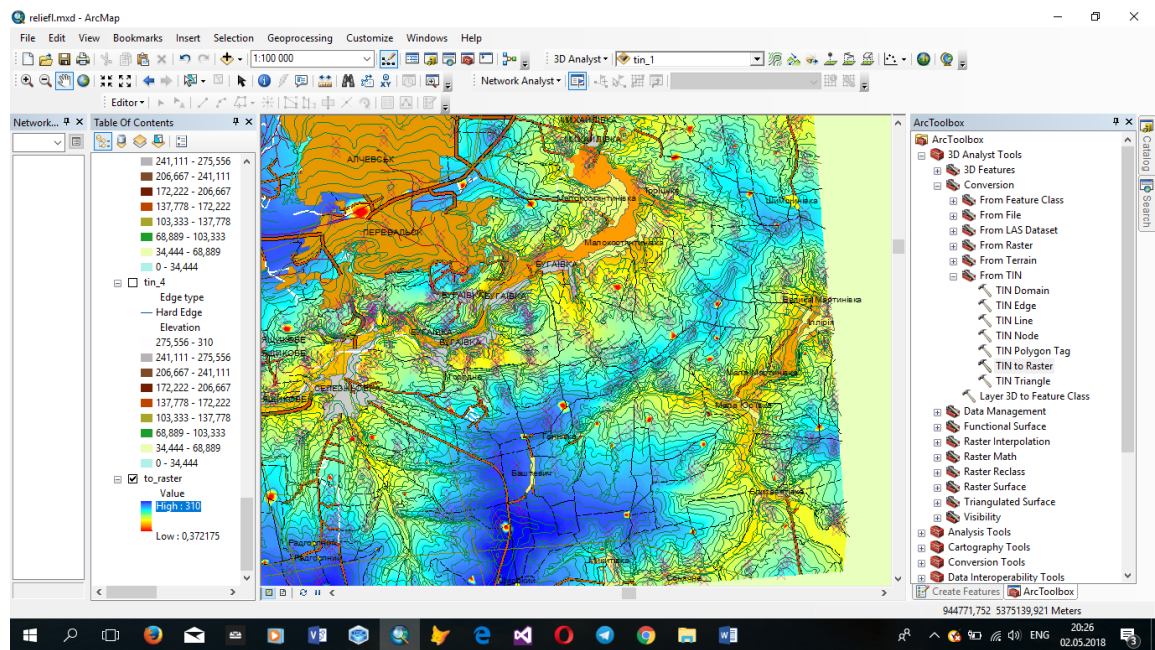


Рисунок 2.6 Растрова модель.

Вхідними даними для для алгоритму побудови профілю є :

- Батиметрія морського дна;
- Характеристики водного середовища для даної акваторії світового океану

Алгоритм розрахунку профіля морського дна (Рисунок 2.7).

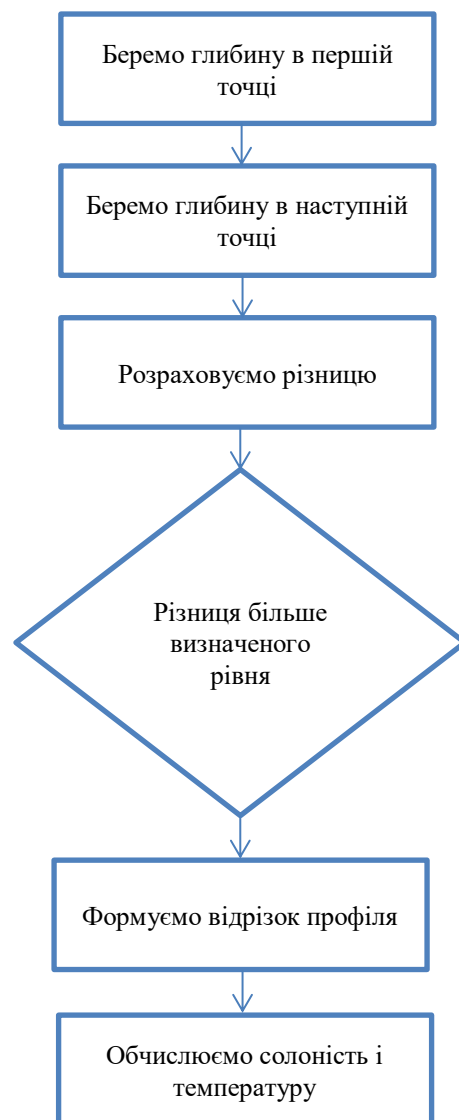


Рисунок 2.7 Алгоритм розрахунку

2.7 Характеристика морського середовища

Гідрологічна характеристика , розподіл температури і солоності [3].

Особливості клімату в зоні Південно-Китайського моря сприяють значному прогріванню поверхневих шарів води сонячними променями і накопичення в товщі води великої кількості тепла. Перевищення кількості опадів над величиною випаровування призводить до зниження солоності поверхневого шару в порівнянні з нормальною, особливо в південній частині картаючи.

Море знаходиться в екваторіальній і тропічній зонах, з відповідною мінливістю значень температури і солоності поверхневих вод протягом року.

Влітку, в липні - серпні середня температура води від екватора до 20° пн.ш. коливається близько 29°C і лише трохи знижується до 27°C біля південного входу в Тайванський протоку. Взимку спостерігається більша різноманітність температури поверхневих вод. Східна частина моря тепліше західної. Найбільш охолоджена поверхня моря в лютому - січні, коли середні температури знижуються до $26,5^{\circ}\text{C}$ на паралелі 20° с в східній частині і до $18,6^{\circ}\text{C}$ в західній частині моря. Річні коливання температури збільшуються в напрямку на північ. У південно-західного берега В'єтнаму середні річні коливання температури поверхневих вод не перевищують 4°C , біля Гонконгу - 10°C , а у Тайванської протоки - складають 14°C .

Води північній частині Південно-Китайського моря відрізняються високою солоністю - $34,0\text{‰}$ з невеликими річними коливаннями. У період зимового мусону сюди надходять з Тихого океану води, мають солоність понад $34,0\text{‰}$. З листопада по березень в результаті інтенсивного випаровування, в поверхневому шарі, товщиною 70м, солоність збільшується на $0,3\text{‰}$. У дощовий сезон, з травня по серпень, солоність в однорідному поверхневому шарі товщиною 40 м. Зменшується на $0,7\text{‰}$.

У центральній частині моря, завдяки протитечії, які несуть воду меншою солоністю з півдня на північ в період зимового мусону, і воду більшої солоності з півночі на південь в період літнього мусону, солоність протягом всього року зберігає значення $33,2\text{‰}$ - $33,6\text{‰}$.

Південна частина моря схильна до впливу двох дощових сезонів: одного - з квітня по травень і іншого - з жовтня по січень. Опади, що досягають в рік 1250 мм, опріснюють воду і солоність, коливається від $32,0\text{‰}$ до $32,5\text{‰}$.

У прибережних районах солоність знижується до $30,5$ - $31,0\text{‰}$ завдяки впливу материкового стоку. Біля гирла річки Меконг, річне коливання солоності перевищує $2,0\text{‰}$, а в Сіамській затоці - $1,3\text{‰}$.

На акваторії Південно-Китайського [4] моря виділено три типи вертикальної термохалінної структури вод - тропічна, трансформована тропічна і екваторіально-тропічний, які характеризуються монотонним зменшенням температури з глибиною і немонотонним зміною солоності. Кожна з різновидів є чотиришарову вертикальну структуру вод, що складається з поверхневого шару, підповерхностного шару підвищеної солоності, проміжного шару зниженою солоності і глибинного шару.

Ці різновиди структури вод формуються в процесі водообміну через протоки і трансформації вод. Поширення кожного різновиду на акваторії в значній мірі визначається циркуляцією вод і режимом мусонних вітрів.

У зимовий період, коли над акваторією Південно-Китайського моря розвивається північно-східний мусон, в північній частині моря до $14 - 15^{\circ}$ пн.ш. поширюється тропічна структура, джерелом якої є води, що надходять під впливом вітрів через протоку Лусон з Філіппінського моря і, в меншій мірі, води Східно-Китайського моря, що надходять через Тайванський протоку. Поверхнева водна маса (0 - 70 м) являє собою однорідний шар з температурою $24-25^{\circ}\text{C}$ і солоністю 34.20 ‰, що виникає завдяки інтенсивному вітровому перемішування вод в зимовий сезон. Нижня межа поверхневої водної маси відповідає шару підвищених градієнтів температури ($0.2^{\circ}\text{C} / \text{м}$) і солоності ($0.02\text{‰} / \text{м}$) на глибині 70 - 100 м. Далі, на глибині 100 - 300 м розташовується підповерхнева водна маса підвищеної солоності з солоністю в ядрі 34.80 ‰ на глибині 150 м і температурою близько 17°C . Глибше 300 м спостерігається зниження солоності до 34.55 ‰ на глибині 450 м. Проміжна водна маса зниженою солоності має товщину близько 400 м. Відповідна мінімуму солоності температура води становить приблизно 9°C . На глибині понад 800 м розташовується глибинна водна маса з температурою 3°C і солоністю 34.65 ‰.

У в'єтнамського узбережжя півострова Індокитай відбувається трансформація вод тропічної структури з одного боку за рахунок більш інтенсивного вітрового перемішування, з іншого - за рахунок взаємодії з прісними водами річок.

Трансформація вод відбувається також в результаті распреснення поверхневих вод, яке має місце тут за рахунок перевищення кількості опадів над випаровуванням. Через особливості рельєфу і обриси берегової лінії на узбережжі середнього

В'єтнаму випадає при північно-східному мусоні найбільша кількість опадів. Ці трансформовані води тропічної структури поширюються на всю центральну частину моря на південь від $14 - 15^{\circ}$ пн.ш. і мають такі характеристики водних мас : поверхнева - з температурою 25° С (0 - 30 м) і солоністю 33.00 - 33.70 ‰, підповерхнева - підвищеної солоності (50 - 200 м) з температурою 17° С і солоністю 34.65 ‰ в ядрі на глибині 130 - 150 м, проміжна - зниженою солоності (250 - 900 м) з температурою 9° с, солоністю 34.50 ‰ в ядрі на глибині 500 м, глибинна - понад 900 м з температурою близько 3° с і солоністю 34.65 ‰. У трансформованих водах товщина верхнього однорідного шару помітно зменшується і не перевищує 30 м.

У напрямку до центральної частини моря спостерігається практично повне зникнення цього шару. Шар підвищених градієнтів температури і солоності, відповідний нижньої межі поверхневої водної маси тут виходить на поверхню. У центральній частині моря спостерігається куполоподібний підйом ізотерм і ізохалін в шарі від поверхні до глибини 200 - 300 м. Під впливом північно-східних мусонних вітрів біля узбережжя В'єтнаму відбувається нагон і опускання поверхневих теплих і менш солоних вод. При їх опусканні в шарі до 200 - 300 м води трансформуються, і підповерхневий максимум солоності майже повністю зникає.

У центральній глибоководній частині моря вплив цих распреснених трансформованих вод помітно в шарі зниженої солоності. Значення мінімальної солоності тут знижується до 34.50 ‰, а товщина шару збільшується до 800 м в порівнянні зі значеннями характеристик вод цього шару тропічної структури.

Води тропічної структури в Південно-Китайському морі піддаються не тільки трансформації, а й взаємодії з водами екваторіальній структури, які надходять з моря Сулу при північно-східному мусоні через мілководна протоку Міндоро (глибина 450 м) і в меншій мірі - протоку Балабак (глибина 100 м). В результаті в східній частині Південно-Китайського моря між 10° і 15° пн.ш. формується змішана екваторіально-тропічна структура вод. Поверхнева екваторіальна водна маса, що надходить через ці протоки, відрізняється підвищеними значеннями температури (близько 27° С) і високою солоністю - до 34.00 ‰. Характеристики підповерхневої водної маси підвищеної солоності (100 - 300 м) близькі до

характеристик відповідного шару тропічної структури вод. Максимум солоності на глибині 150 м має значення 34.70 - 34.75 ‰, а температура вод становить 17 ° С. Проміжна і глибинна водні маси практично ідентичні тут водним масам тропічної структури.

У весняний період слабшає і припиняється зимовий мусон. При посиленому прогріванні суші починається формування літнього типу атмосферної циркуляції, встановлення південно-західних мусонних вітрів, швидкість яких навесні становить 4-5 м / с.

Під впливом південних і південно-західних вітрів відбувається збільшення ролі водообміну через мілководні південні протоки моря (карігат і Геласій) з екваторіальними водами Яванського моря. З ослабленням північно-східного мусону зменшується площа поширення вод тропічної структури в північній частині акваторії. Відповідно змінюються і характеристики водних мас. Помітно збільшується температура поверхневої водної маси - на 1 - 2 ° С для тропічної і трансформованої тропічної структур, на 2 - 3 ° С - екваторіально-тропічної. З ослабленням зимового вітрового перемішування зменшується товщина верхнього однорідного шару на всій акваторії моря. Найбільшим змінам в перехідний весняний період піддаються води трансформованої тропічної структури. Спостерігається зменшення величини максимуму солоності підповерхностного шару і зменшення мінімуму солоності проміжного шару приблизно на 0.1 ‰ в порівнянні із зимовим сезоном. Зі зміною мусонних вітрів слабшає нагон вод біля узбережжя В'єтнаму. Виникає зворотне зимового явище - місцевий підйом вод, збільшується при подальшому посиленні південно-західних вітрів. У весняний період з ослабленням північно-східного мусону спостерігається збільшення, порівняно з зимовим періодом, площі поширення распреснених вод р.Меконг в західній акваторії моря. Збільшується площа поширення трансформованої тропічної структури в західній і центральній частинах моря. При цьому, глибше 800 м (глибинна водна маса) термохалінної характеристики залишаються практично незмінними.

У літній період спостерігається посилення південно-західних мусонних вітрів (до 6 м / с і більше). Максимальний розвиток отримує водообмін через південні

мілководні протоки, яка формує екваторіальній-тропічну структуру вод південно-східній частині моря. Для поверхневої водної маси цієї структури влітку характерні високі значення температури (вище 30°C) і досить низька солоність (32.00 - 33.50 ‰). Значення екстремумів нижчих шарів в південно-східній частині моря менш контрастні в порівнянні з весняним періодом. Під впливом літніх мусонних вітрів посилюється підйом вод поблизу узбережжя В'єтнаму. Про це свідчить той факт, що температура поверхневого шару тут не піднімається вище 26°C , в той час як на решті акваторії її значення становлять 30 - 31°C . Підйом вод в зоні апвеллінга характеризується не тільки низькою температурою, але і підвищеною солоністю, що досягає на поверхні 34.0-34.2 ‰. Разом з тим в літній період відбувається значне місцеве распреснение поверхневих вод в західній частині моря через збільшення стоку річок, пов'язаного з сезоном літніх дощів.

Ці распреснение води активно формують води річної трансформованої тропічної структури, які поширюються на значній акваторії в західній і центральній частинах моря. Формування річної трансформованої структури вод відбувається також за участю шельфових гомогенізованих вод, які утворюються на Зондській шельфі в зимовий сезон. З розвитком південно-східного мусону ці води проникають в південно-західну і центральну частини моря. У водах річної трансформованої структури спостерігається практично повне зникнення екстремумів водних мас. Вертикальний розподіл солоності набуває монотонний характер. На поверхні її значення складають 33.30 - 34.00 ‰, поступово збільшуючись з глибиною (на глибині 100 м - до 34.40 - 34.70 ‰). Значно зменшується в літній період площа поширення тропічної структури вод, джерелом яких є північно-східні протоки. Зі зміною мусонних вітрів через ці протоки зменшується водообмін.

Осінній період, як і весняний - перехідний. Відбувається зміна напрямку мусонних вітрів. У жовтні спостерігається посилення північно-східних вітрів, починаючи з північної половини моря. Тут його середня швидкість доходить до 8 м / с, а на півдні - до 5 м / с. З ослабленням південно-західних вітрів зменшується водообмін через південні протоки і зростає через північні. У зв'язку з цим збільшується область поширення тропічної структури вод. Перебудовується

структура вод моря по зимовому типу.

Внутригодова мінливість характеру водообміну моря через протоки і схеми течій на тлі припливних явищ визначає сезонну мінливість характеристик вод поверхневих і проміжних шарів, а також області поширення того чи іншого типу структури вод по акваторії.

Характеристики ж глибинних вод практично незмінні. Їх походження пов'язане з глибинними водами Філіппінського моря. Встановлено, що термохалінної індекси вод Південно-Китайського моря на глибинах 2000-4000 м повністю відповідають термохалінної індексам вод Філіппінського моря на глибинах 1600-2000 м. Харчування глибинних вод Південно-Китайського моря здійснюється в зоні протоки Лусон (через його глибоководні жолоби: Лусон з глибинами близько 1800 м, Балінтанг з глибинами понад 1600 м і вузький звивистий прохід між о. Тайвань і о. ланню з глибинами близько 2000 м).

3. ПРЕДСТАВЛЕННЯ ARCGIS

Географічна інформаційна система (ГІС) – це система для управління географічною інформацією, її аналізу і відображення. Географічна інформація представляється у вигляді серій наборів географічних даних, які моделюють географічне середовище за допомогою простих узагальнених структур даних. ГІС включає в себе набори сучасних інструментальних засобів для роботи з географічними даними.

3.1 Види ArcGis

Географічна інформаційна система підтримує наступні види для роботи з географічною інформацією [5]:

1. База геоданих (Geodatabase): ГІС – це просторова база даних, що містить набори даних, які представляють географічну інформацію в контексті загальної моделі даних ГІС (векторні об'єкти, растри, топологія, мережі і тому подібне).
2. Геовізуалізації (Geovisualization): ГІС – це набір інтелектуальних карт і інших видів, які показують просторові об'єкти і стосунки між об'єктами на земній поверхні. Можуть бути побудовані різні види карт, і вони можуть використовуватися як “вікна в базу даних” для підтримки запитів, аналізу і редагування інформації. вид Геообробки (Geoprocessing): ГІС – це набір інструментів для здобуття нових наборів географічних даних з існуючих наборів даних.
3. Функції геообробки просторових даних витягують інформацію з існуючих наборів даних, застосовують до них аналітичні функції і записують отримані результати в нові похідні набори даних.

У програмному забезпеченні ESRI ArcGIS ці три види ГІС представлені каталогом (ГІС як колекція наборів геоданих), картою (ГІС як інтелектуальний

картографічний вид) набором інструментів (ГІС як набір інструментів для обробки просторових даних). Усі вони є невід'ємними складовими повноцінної ГІС і більшою чи меншою мірою використовуються у всіх ГІС-застосунок. ArcGIS надає масштабоване середовище для роботи з ГІС як окремих користувачів, так і груп користувачів, на серверах, через Web і в польових умовах.

3.2 ArcGis Desktop. Можливості та компоненти

ArcGIS Desktop - лінійка ГІС-продуктів від американської компанії ESRI (Environmental Systems Research Institute - Інститут Дослідження Систем Навколишнього Середовища), що призначені для роботи на настільних комп'ютерах самостійно або в якості робочих місць в корпоративних мережах, створених на основі ArcGIS Server [6].

Настільна версія програмного забезпечення ГІС ArcGIS Desktop від ESRI складається з ArcView, ArcEditor, і ArcInfo. Ці три програмні продукти виглядають і працюють подібно - вони відрізняються лише по тому, скільки вони можуть зробити. ArcEditor робить більше, ніж ArcView; ArcInfo робить більш ніж ArcEditor. Ця книга навчає ArcView, але те, чого ви вчитеся, застосовується до всіх трьох програм. Всі настільні програми ArcGIS можуть одночасно використовувати ті ж самі карти і дані.

З ArcView ви можете робити карти, запити даних, аналізувати просторові відносини, і редагувати форми об'єктів і атрибути. З ArcEditor ви можете також створити і редагувати деякі просторові формати даних, які можуть відображувати в ArcView, але не бути відредаговані.

ArcInfo має більше інструментальних засобів, ніж ArcView або ArcEditor для того, щоб аналізувати деякі види просторових даних. ArcInfo також працює з робочою станцією ArcInfo, окремою системою, яка була стандартом географічної інформаційної системи багато років і все ще широко використовується. Будь яка версія настільної ArcGIS включає ті ж самі три застосунки — ArcMap, ArcCatalog, і

ArcToolbox

У ArcMap ви робите карти з шарів просторових даних, вибираєте кольори і символи, робите запити щодо атрибутів, аналізуєте просторові стосунки, і проектуєте розміщення карти. Інтерфейс ArcMap містить список (або таблицю змісту) шарів карти, область відображення, аби розглянути карту, меню й інструментальні засоби для того, щоб працювати з картою. Таблиця змісту показує вам чотири шари, які складають цю карту.

У ArcCatalog ви переглядаєте просторові дані, що містилися на жорсткому диску вашого комп'ютера, в мережі, або в Internet. ви можете шукати просторові дані, заздалегідь переглядати їх і додавати їх в ArcMap. ArcCatalog також має інструментальні засоби для того, щоб створити і розглядати метадані. Ліворуч географічні дані організовані в деревоподібну структуру. Праворуч ви можете подивитися графічний ескіз даних або клацнути на Preview (Попередній вигляд) і Metadata (Метадані), аби дізнатися більше про дані.

У ArcToolbox ви можете використовувати інструментальні засоби, аби конвертувати (перетворити) просторові дані одного формату до іншого і змінювати картографічну проекцію. У ArcInfo, настільній версії ArcGIS, також включено багато інструментальних засобів аналізу.

3.3 Розширення ArcGIS Desktop

Можна розширити можливості ArcView, ArcEditor, або ArcInfo шляхом використання додаткових програм. З ArcGIS Spatial Analyst (Просторовий Аналітик) ви можете створити растрові поверхні (на основі вікна), робити запити їх і зробити оверлейний аналіз на них. ви можете також отримати нові поверхні з інших растрових або векторних шарів. Наприклад, ви можете отримати похилу поверхню з поверхні висот або поверхню щільності населення по сукупності пунктів. З ArcGIS 3D Analyst (Тривимірний Аналітик) ви можете візуалізувати і аналізувати векторні і растрові дані в трьох вимірах. ви можете "летіти повздовж" ландшафту і досліджувати його під будь-яким кутом. ви можете визначити, які області на

поверхні є видимими з даних пунктів і чи існує лінія видимості з однієї точки до іншої. З ArcGIS Geostatistical Analyst (Геостатистичний Аналітик) ви можете створити безперервні поверхні по невеликій кількості типових пунктів, передбачаючи значення в невибраних місцях розташування [7].

ArcGIS StreetMap містить дані про вулиці для всіх Сполучених Штатів. ви можете використовувати їх, аби створювати плани вулиць і знаходити майже будь-яку американську вуличну адресу. ArcPress для ArcGIS покращує швидкість друкування карт і створює високоякісні карти, не потребуючи додаткової пам'яті або апаратних засобів.

3.4 Функціонал ArcMap

ArcMap – застосунок для відображення на дисплеї карт і їх досліджень, для аналізу карт, для отримання відповідей на питання, що стосуються географії, для створення карт, які роблять аналіз переконливим.

Ви можете змінити спосіб представлення ArcMap, щоб реалізувати вашу перевагу і вид роботи, яку ви робите. Інструментальні панелі можуть бути приховані або показані. До них можна додати нові команди. Їх можна закріпити в різних місцях у вікні застосунка або незалежно від цього використовувати як плаваючі. Щоб закріпити плаваючу інструментальну панель, перетягніть її до інтерфейсу. Щоб не закріпити її, клацніть на вертикальній сірій області в її лівому краї й перетягніть панель далі від інтерфейсу.

ArcCatalog – застосунок для управління географічними даними. Ви можете копіювати, переміщати й видаляти дані; проводити пошук даних; переглядати дані перед додаванням їх в ArcMap; створювати нові дані. Вікно ArcCatalog включає: дисплей каталогу для перегляду даних, дерево каталогу для перегляду даних, кілька інструментальних панелей. Інтерфейс ArcCatalog може бути налагоджений тими ж засобами, як і ArcMap. У цій главі, наприклад, інструментальна панель Geography поміщена поряд з інструментальною панеллю Standard. У вашому застосунку Geography може бути нижче від Standard. Просторові дані входять в безліч інших

різних форматів, включаючи бази геоданих (geodatabase), покриття, шейпфайли (shapefiles), файли CAD, растри (raster data) і нерегулярні тріангуляційні мережі (TIN). Кожен формат ідентифікований своєю власною піктограмою в ArcCatalog. Піктограма Shapefile, наприклад, – зелений прямокутник. Різні малюнки на зеленому прямокутнику відрізняють точковий, лінійний і полігональний шейпфайли (shapefiles). Під час роботи з цим посібником ви використовуватимете базу геоданих, шейпфайли і растрові дані. ви також використовуватимете файли шарів, які не є просторовими наборами даних, а швидше командами для відображення просторових наборів даних з певними кольорами, маркерами символів, шириною ліній і так далі. Файли шарів також мають власну піктограму в ArcCatalog. Ви дізнаєтеся крім того більше про файли шарів і просторові формати даних впродовж цього посібника.

3.5 Висновки до розділу

ArcGIS надає середовище для роботи з ГІС як окремих користувачів, так і груп користувачів, на серверах, через Web і в польових умовах. ГІС має набори сучасних інструментальних засобів для роботи з географічними даними. ArcGIS Desktop включає в себе дуже багато функціональних можливостей, також включено багато інструментальних засобів аналізу.

4. ОБЧИСЛЮВАЛЬНІ МЕТОДИ РЕАЛІЗАЦІЇ ПРОГРАМНОЇ СИСТЕМИ

Модуль був розроблений з використанням C#, ArcGis, MS SQL. C# - це мова програмування створена спеціально для роботи у середовищі Microsoft .NET Framework.

Мова C# була розроблена з урахуванням сильних і слабких особливостей інших мов, зокрема Java та C++. Специфікація мови C# була написана Андерсом Гейлсбергом, Скотом Вілтамутом та Пітером Гольде. Андерс Хейлсберг відомий у світі програмування як автор компілятора Turbo Pascal та лідер команди, яка створила Delphi.

Ключові особливості мови C#:

- Компонентна орієнтованість.
- Код зібраний воєдино (декларації і реалізації об'єднані разом).
- Уніфікована система типів і їх безпечність.
- Автоматична і мануальна робота за пам'яттю.
- Використання єдиної бібліотеки класів – CLR.

Просторові дані отримують в безлічі форматів, якими можна управляти в ArcCatalog і додавати шари в ArcMap. Бази геоданих – це новий формат зберігання просторових даних, сконструйований спеціально для ARCGIS.

Багато популярних форматів, такі як шейпфайли, покриття, CAD файли і бази геоданих організовують просторові дані у вигляді класів просторових об'єктів. Клас просторових об'єктів – група точок, ліній, або полігонів, що представляють прості географічні об'єкти. Група ліній, що представляє річки, – клас просторових об'єктів. Група полігонів, що представляє національні парки, – клас просторових об'єктів. Група точок, що представляє місця мешкання гіпопотамів, – клас просторових об'єктів. Клас просторових об'єктів може містити багато просторових

об'єктів або декілька, але всі ці просторові об'єкти мають схожу геометрію – точки, лінії або полігони.

Шейпфайл містить один просторовий клас. База геоданих, покриття, і CAD файли можуть містити декілька класів просторових об'єктів.

База геоданих має переваги порівняно з іншими просторовими форматами даних. Багато переваг включають координатні зв'язки між класами просторових об'єктів. Наприклад, класи просторових об'єктів, які є просторово залежними один від одного, можуть бути організовані в більші одиниці, що називаються наборами даних просторових об'єктів. Водяні вентиля і водяні лінії фізично зв'язані і тому просторово залежні. Створивши набір даних просторових об'єктів із цих двох класів просторових об'єктів, ви можете бути впевнені, якщо ви перемістите водяні лінії, їхні водяні вентиля перемістяться з ними автоматично.

Щоб використовувати багато переваг баз геоданих, вам необхідно мати ліцензію ArcEditor або ArcInfo. Багато інших доступні в ArcView.

Перша з них – є можливість зберігати точкові, лінійні й полігональні класи просторових об'єктів в одному файлі.

Другою – є можливість зберігати мітки як просторовий клас анотацій, що може бути доданий до будь-якої карти.

Третя – є можливість створити домени для атрибутів. Домен встановлює допустимі значення або діапазони значень атрибутів поля і зводить до мінімуму помилки введення даних, забороняючи неправильні значення.

Бази геоданих можуть бути або персональні, або розраховані на багато користувачів. Персональна база геоданих, як одна в цій книзі, зберігається у файлах баз даних Microsoft Access. Розраховані на багато користувачів бази геоданих (вони також називаються ArcSDE база геоданих) використовуються з реляційними системами управління базами даних (СУБД) таких, як Oracle, Informix, Microsoft SQL Server або DB2.

4.1 Середовище розробки

Середовищем розробки було вибрано Microsoft Visual Studio 2010.

Середовище розробки Microsoft Visual Studio .NET надає могутні і зручні засоби для написання, коректування, компіляції, відладки і запуску додатків, що використовують .NET-сумісні мови (рисунок 4.1).

Корпорація Microsoft включила в платформу засоби розробки для чотирьох мов: C#, VB.NET, C ++ , Java. Платформа .NET є відкритим середовищем. Це означає, що компілятори для неї можуть поставлятися і сторонніми розробниками. До теперішнього часу розроблені десятки компіляторів для .NET, наприклад, Ada, COBOL, Delphi, Eiffel, Fortran, Lisp, Oberon, Perl і Python [8].

NET-сумісні мови повинні відповідати вимогам загальномовної специфікації (Common Language Specification, CLS), в якій описується набір загальних для всіх мов характеристик. Це дозволяє використовувати для розробки додатку декілька мов програмування і вести повноцінну міжмовну відладку. Всі програми незалежно від мови використовують одні і ті ж базові класи бібліотеки .NET.

Додаток в процесі розробки називається проектом. Проект об'єднує все необхідне для створення додатку: файли, папки, посилання і інші ресурси. Середовище Microsoft Visual Studio .NET дозволяє створювати проекти різноманітних типів, наприклад:

1. windows-додатки використовують елементи інтерфейсу Windows, включаючи форми, кнопки, прапорці і т.п;
2. консольне застосування виконує виведення “на консоль”, тобто у вікно командного процесора;
3. бібліотека класів об'єднує класи, які призначені для використання в інших застосуваннях;
4. web-додатки - це додатки, доступ до яких виконується через браузер (наприклад, Internet Explorer) і які за запитом формують web-сторінку і відправляють її клієнтові по мережі;

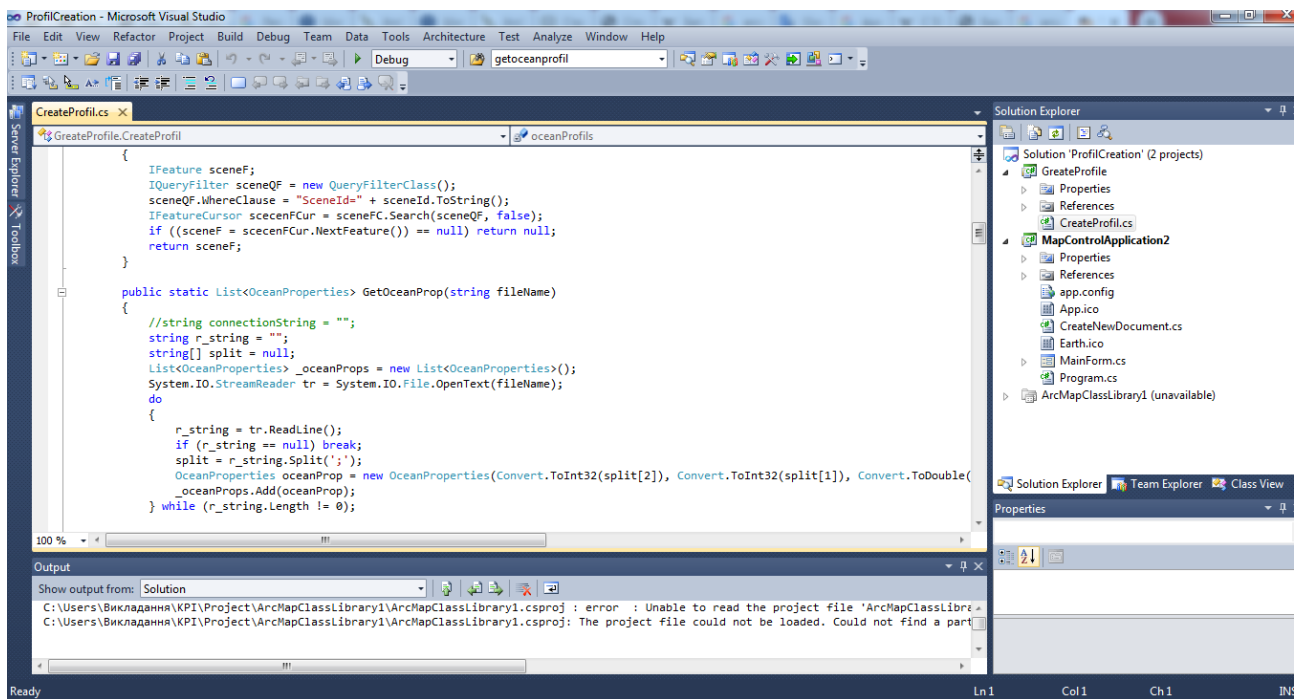


Рисунок 4.1 – Вигляд модуля в середовищі Visual Studio 2010

4.2 Технології, використані при розробці програмного засобу

При розробці програмного модулю був використаний ArcObjects .NET SDK [9]. ArcObjects є середовищем розробки сімейства додатків ArcGIS. Використовуючи C# для додатків, Visual Basic або Java SDK для ArcGIS, це дозволяє розробникам розширювати ці програми.

ArcObjects - це бібліотека компонентів COM, які створюють основу платформи ArcGIS компанії Esri. ArcObjects написано в основному на мові програмування C++. Всі додатки ArcGIS for Desktop базуються на ArcObjects. Оскільки ArcGIS повністю побудований на базі ArcObjects, ви можете скористатися COM-послугами та можливостями, щоб повністю налаштувати та розширити платформу ArcGIS - це означає, що розширення моделі даних ArcObjects можна зробити легко і практично з усіма мовами програмування COM (наприклад Visual Basic, C#, Visual Basic.NET, Java і Python). COM дозволяє повторно використовувати компоненти на бінарному рівні. Іншими словами, розробники не вимагають доступу до вихідного коду ArcObjects для розширення платформи ArcGIS. З цієї причини програміст ArcObjects може використовувати будь-який тип

у системі ArcObjects, не знаючи деталей реалізації типу. Розробнику потрібно лише знати, що може зробити тип. Оскільки ArcObjects базується на стандарті COM, ви можете легко працювати з ним у поєднанні з іншими об'єктами та додатками COM .

Як згадувалося раніше, платформа ArcGIS була побудована з використанням типів ArcObjects (таких як класи, інтерфейси та перерахування). У світі ArcObjects класи використовують інтерфейси для організації властивостей і методів. Простіше кажучи, класи всередині ArcObjects використовують тільки COM-інтерфейси для викриття своїх загальнодоступних членів і спілкування один з одним. При роботі з класом COM ArcObjects, ви ніколи не працюватимете з властивостями і методами класу; скоріше, ви завжди маєте доступ до його властивостей і методів за допомогою одного з реалізованих інтерфейсів. Наприклад, при створенні об'єкта можна використовувати лише один інтерфейс. Однак після інстанції ви можете запитувати будь-який інший інтерфейс, який реалізується цим об'єктом. Цей процес іноді називається інтерфейсом запитів (I3). Класи в ArcObjects часто мають багато інтерфейсів.

4.3 Висновки до розділу

Для розробки програмного модуля був вибраний C#, який створений спеціально для роботи у середовищі Microsoft .NET Framework. Середовищем розробки був вибраний Microsoft Visual Studio 2010, який містить засоби розробки для C# та є дуже зручним у використанні.

В якості ГІС системи був обраний ArcGis Desktop. При розробці програмного модулю був використаний ArcObjects .NET SDK.

5. ОПИС ПРОГРАМНОЇ РЕАЛІЗАЦІЇ

В Visual Studio структура проекту поділена на модулі, які зв'язані. Використання модулів надає можливість динамічно розширювати функціонал.

5.1 Опис реалізації

Структура проекту в Visual Studio 2010 складається з модуля створення профілю морського середовища та модулю, який містить інтерфейс програми та функцій моделювання умов проходження звукового сигналу в морському середовищі (рисунок 5.1).

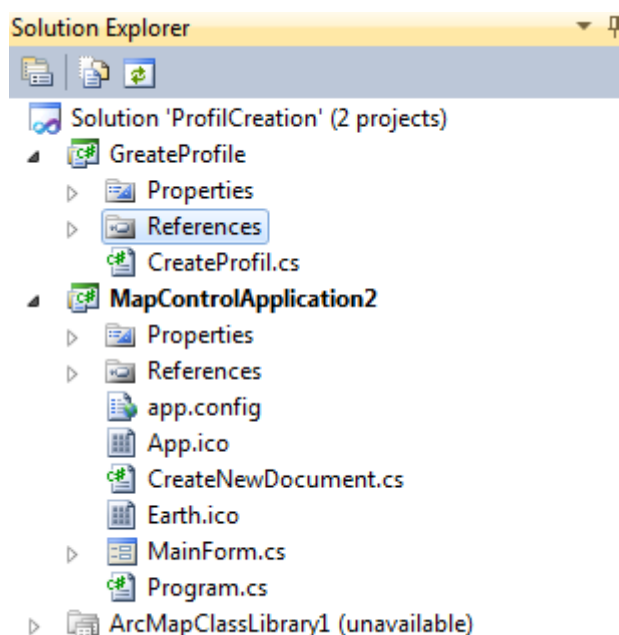


Рисунок 5.1 – Структура проекту

Графічні користувальницькі інтерфейси додатків ArcGIS for Desktop (GUI) складаються з меню, панелей інструментів і стикуваних вікон, які можна налаштувати відповідно до ваших щоденних завдань і вимог без написання одного рядка коду. Зміни конфігурації можуть виконуватися будь-яким користувачем, не вимагають програмування і зберігаються між сеансами програми (рисунок 5.2). Ці завдання виконуються за допомогою перетягування в додатку і не вимагають

адміністративних привілеїв.

Зміни конфігурації зберігаються разом з вашим документом, тому, коли документ відкривається, макет графічного інтерфейсу залишається таким, як ви його останньо налаштували.

Нижче наведено приклади конфігурацій інтерфейсу користувача:

1. Ви можете додавати або видаляти нові команди та інструменти на панелі інструментів програми у діалоговому вікні.
2. Ви можете створювати нові панелі інструментів і меню, або змінювати існуючі панелі інструментів і меню для групування команд і інструментів, які часто використовуються.
3. Інструменти та моделі геооброблення можна перетягувати на панель інструментів програми у діалоговому вікні.
4. Можна приховувати і показувати, або закривати закріплені вікна, такі як вікно пошуку, зміст тощо. Прикріплені вікна також можуть розташовуватися для плавання або залишатися прикріпленими в певній області програми.
5. Ви можете призначити та працювати з географічними даними за умовчанням (за допомогою шаблонів).

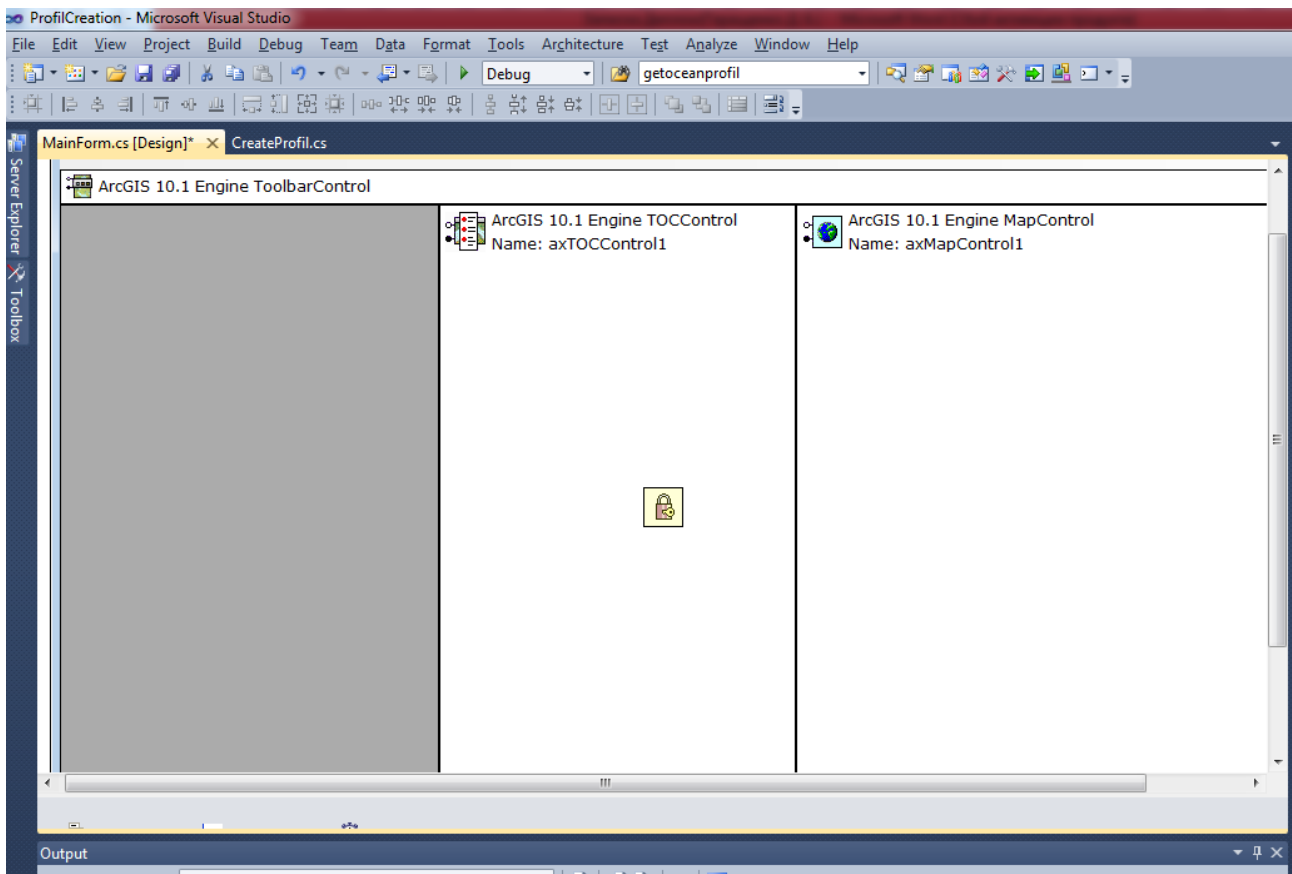


Рисунок 5.2 – Компоненти ArcGis

Бібліотека Desktop.Addins є основою для моделі налаштування додаткових компонентів. Модель налаштування add-in є декларативно розробленою базою для створення набору налаштувань, зручно упакованих в один стислий файл.

Add-in легко розподіляються між користувачами, оскільки вони не вимагають встановлення програм або реєстрації об'єктної моделі компонента; надбудови додаються до системи, просто копіюючи їх у відому папку і видаляючи їх, видаливши їх з цієї папки.

Add-ins можна також розділяти між користувачами в організації за допомогою централізованого спільного доступу до мережі [10].

Add-ins створюються за допомогою .NET або Java разом з Extensible Markup Language (XML). XML описує налаштування, в той час як .NET або Java-класи надають користувальницьку поведінку. Комплект розробки програмного забезпечення ArcObjects (SDK) включає в себе Майстер надбудови, який інтегрується з середовищами розробки, такими як Eclipse, Microsoft Visual Studio і

безкоштовні Express Editions Visual Studio, для спрощення розробки.

Щоб зробити налаштування, яке підключається до програми ArcGIS для настільних комп'ютерів, і які легко обмінюватися, розглянути можливість створення надбудови. Незважаючи на те, що їх легко створювати та обмінювати, надбудови мають обмежені можливості та не можуть бути використані для доступу до всіх точок розширення Esri.

Add-ins підтримуються лише для таких точок розширення:

1. Кнопки та інструменти;
2. Комбіновані коробки;
3. Меню та контекстні меню;
4. Багато елементів;
5. Панелі інструментів;
6. Палітри інструментів;
7. Прикріплені вікна;
8. Розширення додатків;
9. Розширення редактора;

Незважаючи на те, що їх легко створювати та спільно використовувати, надбудови мають обмеження. Вони лише забезпечують доступ до точок розширення у попередньому списку.

Щоб побудувати налаштування для іншої точки розширення, наприклад користуальницький візуалізатор або джерело даних плагіна, розширюйте ArcObjects, розробляючи спеціальний компонент. Оскільки обмін надбудовами не вимагає прав адміністратора або реєстрації, розширюйте ArcObjects, якщо у вас є зовнішня залежність - бібліотеки, збірки, служби - які вимагають реєстрації або адміністративного втручання.

Більшість надбудов має дві частини: декларативну частину, яка ідентифікує налаштування і надає їй статичні дані, такі як підпис і зображення, і активну частину, яка є виконуваним кодом, який виконує власну логіку. Однак є

винятки. Наприклад, панель інструментів повністю декларативна; Панель інструментів сама по собі не вимагає спеціальної логіки, вона лише має перерахувати її складові. Кнопка зовсім інша; Незважаючи на те, що його ім'я та підпис також можуть бути оголошені, щось призначене для користувача повинно відбуватися при натисканні кнопки, і це виконується у його активній частині.

Активна частина традиційно була написана з використанням інтерфейсного підходу, такого як ICommand і ITool; однак, для спрощення розробки, надбудови використовують переваги класового успадкування.

Add-ins, такі як кнопки та інструменти, впливають з абстрактних базових класів, які вже повністю задовольняють їхні інтерфейсні контракти. Можна перевизначити функції, необхідні для виконання своїх користувацьких дій. Наприклад, користувацька кнопка, швидше за все, перевизначить OnClick.

5.2 Висновки до розділу

Структура проекту в складається з модуля створення профілю морського середовища та модулю, який містить інтерфейс програми та функцій моделювання умов проходження звукового сигналу в морському середовищі. Графічний інтерфейс програми створений за допомогою ArcGis Desktop.

6. МЕТОДИКА РОБОТИ КОРИСТУВАЧА

Даний розділ описує методику роботи користувача із програмним модулем, який розроблений за допомогою Microsoft Visual Studio 2010.

6.1 Системні вимоги та інсталяція

Для встановлення розробленої програмної системи персональний комп'ютер повинен мати процесор Intel ® Core ™ 2 або інші.

На комп'ютері повинна бути встановлена одна із операційних систем: Windows Vista SP2, Windows XP SP2, Windows Server 2008 SP2, Windows Server 2003 Windows NT 4.0, Windows 2000 Windows 7, Windows 8, Windows 10.

Мінімальна оперативна пам'ять — 256 Мб, рекомендована — більше 512 Мб.

6.2 Використання модулю

Модуль був написаний мовою С# з використанням функцій ArcObjects .NET SDK. Розроблений модуль має графічний інтерфейс. Модуль складається з двох частин:

1. Бібліотеки побудови профілю морського середовища.
2. Графічного інтерфейсу та моделювання умов проходження звукового сигналу в морському середовищі.

Для запуску застосунку потрібно запустити exe файл (Рисунок 6.1)

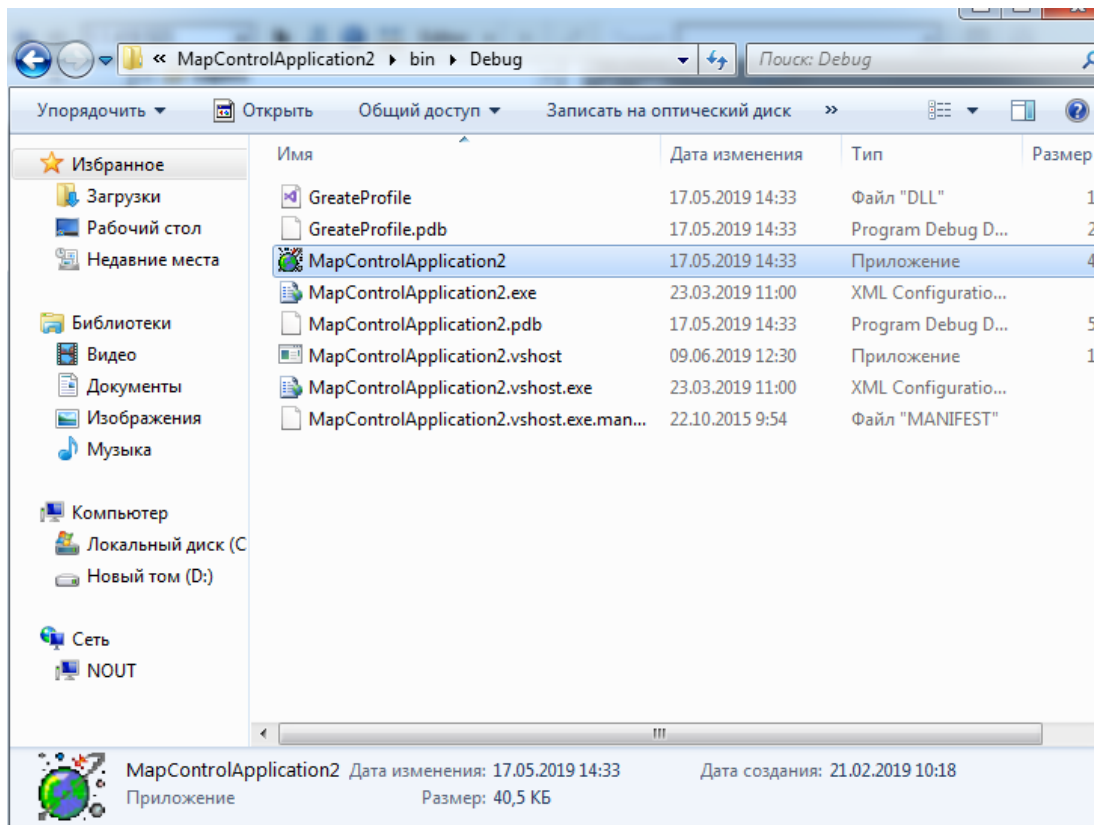


Рисунок 6.1 – Запуск застосунку

Після цього, відкриється головне вікно програмного модулю, яке розділене на три окремих компонента (Рисунок 6.2) :

1. Дані зчитувані з профіля морського середовища
2. Компонент ArcGis з шарами, які відображають географічні набори даних.
3. Мапа морського середовища з підводними та надводними об'єктами.

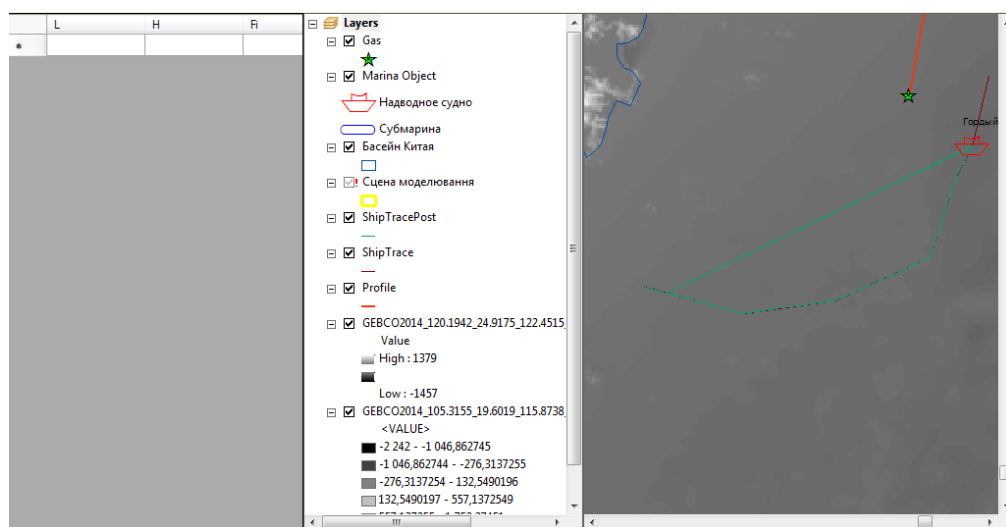


Рисунок 6.2 – Компоненти графічного інтерфейсу

6.3 Демонстрація роботи додатку

Для демонстрації програмного застосунку треба запустити exe файл. Після запуску відкриється головне вікно з графічним інтерфейсом (рисунок 6.3).

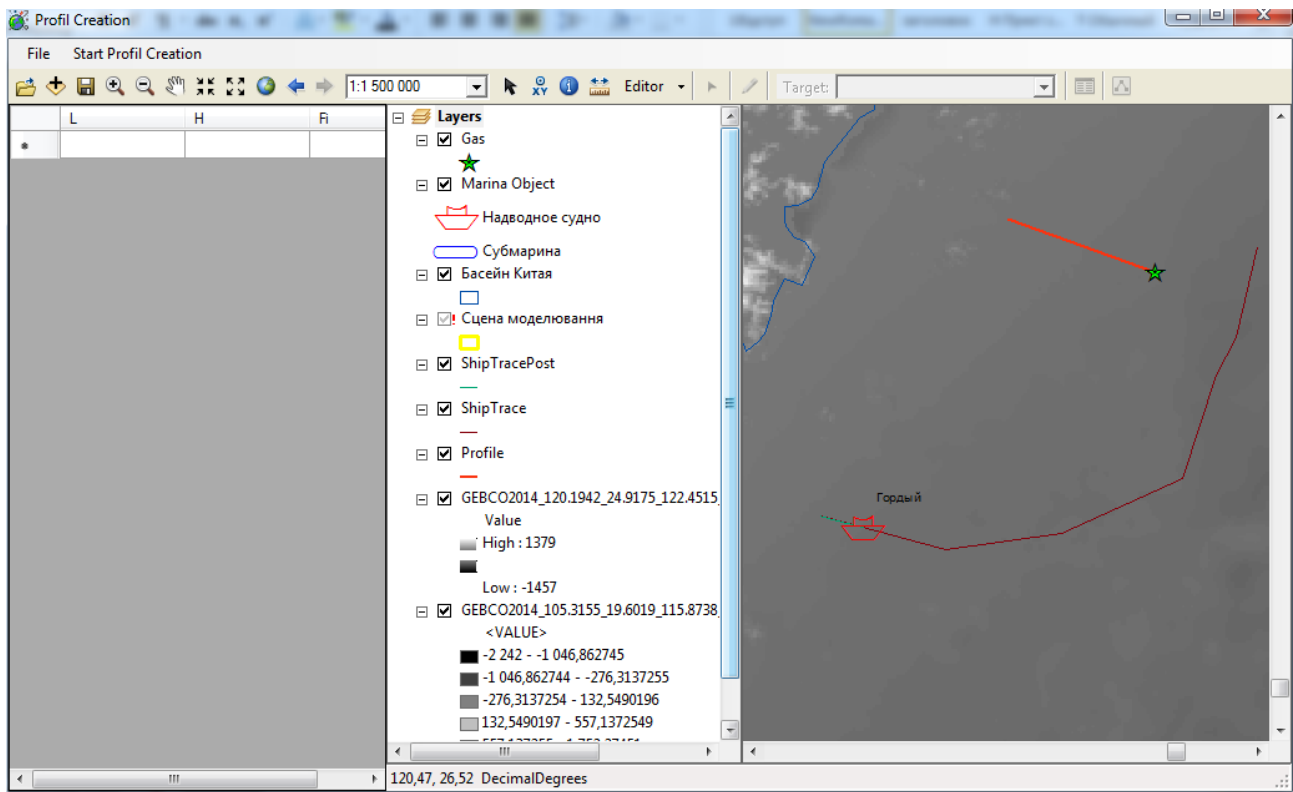


Рисунок 6.3 – Інтерфейс програми

Для запуску програми треба натиснути «Start Profil Creation» після чого відбудеться створення профілю морського середовища та почнеться зчитування морського дна гідроакустичним датчиком (Рисунок 6.4) . В ході роботи програми будуть записуватися дані профіля морського середовища, які потім можна зберегти в txt документі (Рисунок 6.5).

В будь-який час можна зупинити програму натиснувши «Stop Profil Creation» та записати вихідні дані в txt документ.

	L	H	Fi
	2475	-53	-0,13889858
	4950	-56	0,06944939
	5775	-59	0,06944939
	7425	-62	-0,20834737
	9900	-63	0,06944939
	10725	-72	-0,48613434

Рисунок 6.4 – Дані профілю морського середовища

Дані профілю морського середовища складаються з трьох значень:

1. L – довжина від гідроакустичного датчика до наступного нахилу морського дна.
2. H - Глибина морського дна .
3. Fi - Кут нахилу.

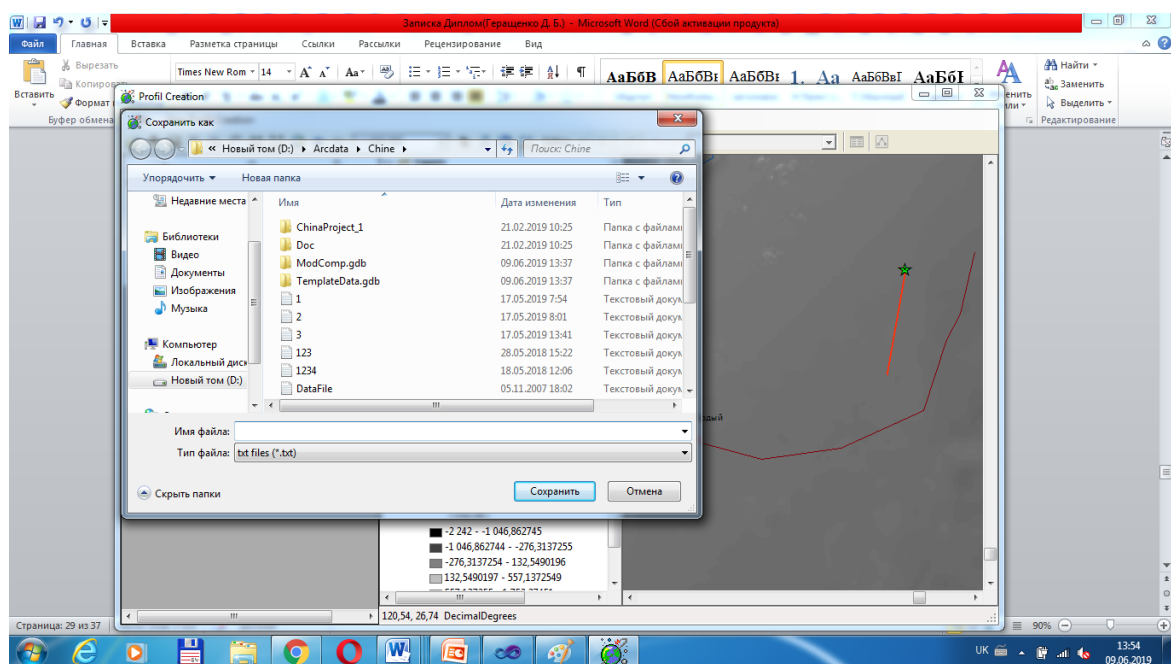


Рисунок 6.5 – Збереження вихідних даних.

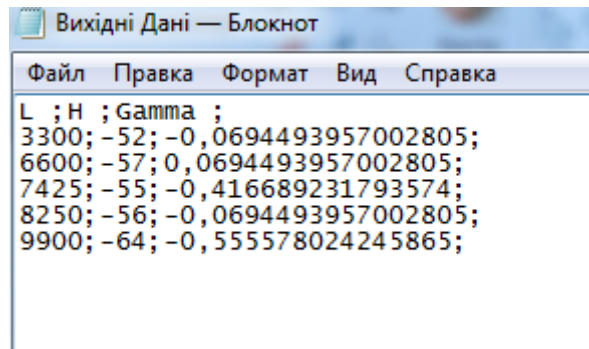


Рисунок 6.6 – Збережені дані профілю морського середовища

6.4 Висновки до розділу

Розроблений програмний модуль моделює умови проходження звукового сигналу в морському середовищі. Створює профіль морського середовища та зчитує дані з морського дна. Інтерфейс модуля зрозумілий для користувача. Модуль не потребує інсталяції інших програмних забезпечень.

ВИСНОВКИ

Під час виконання дипломної роботи була розроблена бібліотека функцій що реалізують розрахунки параметрів моделі морського середовища.

При виконанні дипломної роботи були виконані наступні задачі:

- Побудова цифрової моделі акваторії (шар берегової лінії, батиметрія). в середовищі геоінформаційно системи ArcGis 10.4.
- Побудова та реалізація алгоритму руху судна.
- Побудова та реалізація методів розрахунку профіля морського дна вздовж визначеного напрямку.
- Розрахунок розподілу солоності та температури вздовж профілю морського дна.
- Візуалізація результатів розрахунку.
- Збереження результатів розрахунку в файлі передаточного формату.
- Бібліотека була реалізована в середовищі програмування MS Visual Studio 10.

Бібліотека має вигляд компонентної бібліотеки, що містить класи з методами аналізу гідроакустичної ситуації в складі моделюючого комплексу гідроакустичного датчику з використанням ГІС.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Моделювання гідроакустичних полів на основі інтелектуальної геоінформаційної системи В.В. Попович, В.И. Єрмолаєв, Ю.Б. Леонтьєв, О.В. Смірнова.
2. GIS Hydro'99 / Introduction to GIS Hydrology. — ESRI International User Conference (CD-R), 1999.
3. Key Physical Variables in the Ocean: Temperature, Salinity, and Density –
Режим доступу до ресурсу: <https://www.nature.com/scitable/knowledge/library/key-physical-variables-in-the-ocean-temperature-102805293>
4. **Атлас по океанографії Південно-Китайського моря**, Ростов І.Д., Мороз В.В., Богданов К.Т., Пан А.А., Ростов В.І., Рудих Н.И., Дмитрієва Е.В., Лучин В.А.
5. Popovich V.V., Potapichev S.N., Sorokin R.P., Pan kin A.V. Intelligent GIS for Monitoring Systems Devel.
6. Amirian P. Beginning ArcGIS for Desktop Development using .NET / John Wiley & Sons, Ltd., 2013.
7. ArcGis Spatial Analyst [Електронний ресурс] - Режим доступу до ресурсу: <https://pro.arcgis.com/ru/pro-app/tool-reference/spatial-analyst/an-overview-of-the-spatial-analyst-toolbox.htm>
8. .NET [Електронний ресурс] - Режим доступу до ресурсу: <https://docs.microsoft.com/en-us/dotnet/csharp>
9. ArcObject SDK [Електронний ресурс] - Режим доступу до ресурсу: http://help.arcgis.com/en/sdk/10.0/arcobjects_net/componenthelp/index.htm
10. ArcGis Add-ins [Електронний ресурс] - Режим дост[упу до ресурсу: <http://desktop.arcgis.com/en/arcmap/latest/analyze/python-addins/sharing-and-installing-add-ins.htm>

ДОДАТОК 1

Web-сервіс генерації гідроакустичного сигналу променевим методом

Специфікація

УКР.НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського»_ТЕФ_АПЕПС_ТМ52

Аркушів 2

Київ – 2019

Позначення	Найменування	Примітки
Документація		
УКР.НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського»_ТЕФ_АПЕ ПС_ТМ52 19Б 81-1	Геращенко_Д_Б_ТМ5 2.docx	Пояснювальна записка
Компоненти		
УКР.НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського»_ТЕФ_АПЕ ПС_ТМ52 19Б 12-1	CreateProfil.cs	Модуль створення профіля
УКР.НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського»_ТЕФ_АПЕ ПС_ТМ52 19Б 12-2	MapControlApplication. cs	Модуль Графічного інтерфейсу та моделювання звукового сигналу

ДОДАТОК 2

Створення бібліотеки функцій для аналізу гідроакустичної ситуації в складі
моделюючого комплексу гідроакустичного датчику з використанням ГІС

Текст програми

УКР.НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського»_ТЕФ_АПЕПС_ТМ52_19Б 12-2

Аркушів 16

Київ – 2019

```
using System;
using System.Drawing;
using System.Collections;
using System.ComponentModel;
using System.Windows.Forms;
using System.Data;
using System.IO;
using System.Runtime.InteropServices;
using System.Collections.Generic;
using System.Linq;
using System.Text;
using ESRI.ArcGIS.esriSystem;
using ESRI.ArcGIS.Carto;
using ESRI.ArcGIS.Controls;
using ESRI.ArcGIS.ADF;
using ESRI.ArcGIS.SystemUI;
using ESRI.ArcGIS.Geodatabase;
using ESRI.ArcGIS.DataSourcesFile;
using ESRI.ArcGIS.Geometry;
using ESRI.ArcGIS.DataSourcesRaster;
using GreateProfile;

namespace MapControlApplication2
{
    public sealed partial class MainForm : Form
    {

        private IMapControl3 m_mapControl = null;
        private string m_mapDocumentName = string.Empty;

        public MainForm()
        {
            InitializeComponent();

            IActiveView pActView;
            IMap myMap;
            IRaster2 raster;
            ISpatialReference _rasterSR;
            List<PointOceanProfil> resultMedMesures;
```

```

List<OceanLineProfil> oceanLineProfils;
IFeatureClass shipTracePost;
private List<OceanProperties> oceanProps;
CreateProfil createProfil;
double FI = 0;
bool buildSegment = false;
public int exId;
public int _sceneId;
private void MainForm_Load(object sender, EventArgs e)
{
    //створення класа для вивода функцій профіля
    createProfil = new
CreateProfil(Properties.Settings.Default.ProfileShp,
Properties.Settings.Default.ShipShpPath,
Properties.Settings.Default.OceanPropertis);
    String[] args = Environment.GetCommandLineArgs();
    if (args.Length > 1)
    {
        string[] pars = args[1].Split(';');

        exId = Convert.ToInt32(pars[0]);
        _sceneId = Convert.ToInt32(pars[1]);
    }
    m_mapControl = (IMapControl3)axMapControl1.Object;

axMapControl1.LoadMxFile(Properties.Settings.Default.MxdPath);
    myMap = axMapControl1.Map;
    pActView = axMapControl1.ActiveView;
    IFeature sceneF = createProfil.SceneIsOnMap(_sceneId);
    if (sceneF != null)
    {
        //візуалізація сцени

        myMap.ClearSelection();
        myMap.SelectFeature(myMap.get_Layer(2), sceneF);
        (myMap as IActiveView).Extent =
sceneF.Shape.Envelope;
        myMap.ClearSelection();
        (myMap as IActiveView).Refresh();

    }
    else
    {
        //створення сцени на мапі
        menuSaveDoc.Enabled = false;
        resultMedMesures = new List<PointOceanProfil>();
    }
}

```

```

        oceanLineProfils = new List<OceanLineProfil>();
        BindingSource parcellsBindingSource1 = new
BindingSource();
        parcellsBindingSource1.DataSource = oceanLineProfils;
        dataGridView1.AutoGenerateColumns = false;
        dataGridView1.AutoSizeColumns(

DataGridViewAutoSizeColumnsMode.AllCellsExceptHeader);
        dataGridView1.DataSource = parcellsBindingSource1;
        DataGridViewColumn column1 = new
DataGridViewTextBoxColumn();
        column1.DataPropertyName = "X";
        column1.Name = "L";
        dataGridView1.Columns.Add(column1);
        DataGridViewColumn column2 = new
DataGridViewTextBoxColumn();
        column2.DataPropertyName = "Y";
        column2.Name = "H";
        dataGridView1.Columns.Add(column2);
        DataGridViewColumn column3 = new
DataGridViewTextBoxColumn();
        column3.DataPropertyName = "H";
        column3.Name = "Fi";
        dataGridView1.Columns.Add(column3);
        DataGridViewColumn column4 = new
DataGridViewTextBoxColumn();
        column4.DataPropertyName = "GroundType";
        column4.Name = "GroundType";
        oceanProps =
GetOceanProp(Properties.Settings.Default.OceanPropertis);
    }

```

```

    private List<OceanProperties> GetOceanProp(string
fileName)
    {
        string r_string = "";
        string[] split = null;
        PlaneDataType tmpPlane;
        List<OceanProperties> _oceanProps = new
List<OceanProperties>();
        System.IO.StreamReader tr =
System.IO.File.OpenText(fileName);
        do
        {
            r_string = tr.ReadLine();

```

```

        if (r_string == null) break;
        split = r_string.Split(';');
        OceanProperties oceanProp = new
OceanProperties(Convert.ToInt32(split[2]),
Convert.ToInt32(split[1]), Convert.ToDouble(split[3]),
Convert.ToDouble(split[4]), Convert.ToDouble(split[4]));
        _oceanProps.Add(oceanProp);
    } while (r_string.Length != 0);

    tr.Close();
    return _oceanProps;
    throw new NotImplementedException();
}

#region Main Menu event handlers
private void menuNewDoc_Click(object sender, EventArgs e)
{
    ICommand command = new CreateNewDocument();
    command.OnCreate(m_mapControl.Object);
    command.OnClick();
}

private void menuOpenDoc_Click(object sender, EventArgs e)
{
    ICommand command = new ControlsOpenDocCommandClass();
    command.OnCreate(m_mapControl.Object);
    command.OnClick();
}

private void menuSaveDoc_Click(object sender, EventArgs e)
{
    if (m_mapControl.CheckMxFile(m_mapDocumentName))
    {
        IMapDocument mapDoc = new MapDocumentClass();
        mapDoc.Open(m_mapDocumentName, string.Empty);
        if (mapDoc.get_IsReadOnly(m_mapDocumentName))
        {
            MessageBox.Show("Map document is read only!");
            mapDoc.Close();
            return;
        }

        mapDoc.ReplaceContents((IMxdContents)m_mapControl.Map);
        mapDoc.Save(mapDoc.UsesRelativePaths, false);
    }
}

```

```

        mapDoc.Close();
    }
}

private void menuSaveAs_Click(object sender, EventArgs e)
{
    ICommand command = new
ControlsSaveAsDocCommandClass();
    command.OnCreate(m_mapControl.Object);
    command.OnClick();
}

private void menuExitApp_Click(object sender, EventArgs e)
{
    Application.Exit();
}
#endregion
private List<PlaneDataType> timeline = new
List<PlaneDataType>();
private PlaneDataType[] arrTimeLine;
int ipTime = 0;
private void axMapControl1_OnMapReplaced(object sender,
IMapControlEvents2_OnMapReplacedEvent e)
{
    m_mapDocumentName = m_mapControl.DocumentFilename;
    if (m_mapDocumentName == string.Empty)
    {
        menuSaveDoc.Enabled = false;
        statusBarXY.Text = string.Empty;
    }
    else
    {
        menuSaveDoc.Enabled = true;
    }
}

private void axMapControl1_OnMouseMove(object sender,
IMapControlEvents2_OnMouseMoveEvent e)
{
    statusBarXY.Text = string.Format("{0}, {1} {2}",
e.mapX.ToString("#####.##"), e.mapY.ToString("#####.##"),
axMapControl1.MapUnits.ToString().Substring(4));
}
private IFeature ShipFeature = null;

```

```

private IPoint gasPoint = null;
private IPolyline profileLine = null;
private IFeature profilFeature = null;
private int fldAngle = -1;

private void timer1_Tick(object sender, EventArgs e)
{
    try
    {
        double _x = arrTimeLine[ipTime].x;
        double _y = arrTimeLine[ipTime].y;
        oceanLineProfils.Clear();
        IPoint _p = new PointClass();
        _p.X = _x;
        _p.Y = _y;
        IZAware zaw = _p as IZAware;
        zaw.ZAware = true;
        _p.Z = 0;

        ShipFeature.Shape = _p as IGeometry;
        fldAngle = ShipFeature.Fields.FindField("angl");
        if (fldAngle > -1) ShipFeature.set_Value(fldAngle,
(int)arrTimeLine[ipTime].q);
        ShipFeature.Store();

        if (gasPoint != null)
        {
            if (FI >= 360) FI = 0;

            profilFeature =
createProfil.GetOceanProfil(gasPoint.X, gasPoint.Y, 50000, FI);
            FI = FI + 10;
        }
        ILayer _lay = myMap.get_Layer(5) as ILayer;

        ipTime = ipTime + 1;
        pActView.Refresh();
        string _oceanProperties =
Properties.Settings.Default.OceanPropertis;
        oceanLineProfils =
createProfil.CreateSlopeProfile(profilFeature, raster, ref
resultMedMesures, _oceanProperties);

```

```

        BindingSource parcellsBindingSource1 = new
BindingSource();
        parcellsBindingSource1.DataSource =
oceanLineProfils;
        dataGridView1.DataSource = parcellsBindingSource1;
        for (int k = 0; k < oceanLineProfils.Count; k++)
        {
            dataGridView1.Rows[k].Cells[0].Value =
oceanLineProfils[k].lineKoord;
            dataGridView1.Rows[k].Cells[1].Value =
oceanLineProfils[k].h;
            dataGridView1.Rows[k].Cells[2].Value =
oceanLineProfils[k].gamma;
        }
        IFeatureCursor shipTracePostFC =
shipTracePost.Update(null, false);
        IFeature _stpFeat = shipTracePostFC.NextFeature();
        IPointCollection newLine = _stpFeat.Shape as
IPointCollection;
        newLine.AddPoint(_p);
        _stpFeat.Shape = newLine as IGeometry;
        _stpFeat.Store();
    }
    catch(Exception ex)
    {
        MessageBox.Show("Завершення роботи");
    }
}

private List<pix> Teta(int _row, int _rowPrev, int _col,
int _colPrev)
{
    List<pix> pixels = new List<pix>();
    if (_col == _colPrev)
    {
        pix _pixL = new pix();
        _pixL.col = _colPrev - 1;
        _pixL.row = _rowPrev;
        pixels.Add(_pixL);
        pix _pixR = new pix();
        _pixR.col = _colPrev + 1;
        _pixR.row = _rowPrev;
        pixels.Add(_pixR);
    }
}

```



```

        return pixels;
    }

    if (_row == _rowPrev)
    {
        pix _pixL = new pix();
        _pixL.col = _colPrev;
        _pixL.row = _rowPrev - 1;
        pixels.Add(_pixL);
        pix _pixR = new pix();
        _pixR.col = _colPrev;
        _pixR.row = _rowPrev + 1;
        pixels.Add(_pixR);
        return pixels;
    }

    if (_col > _colPrev && _row > _rowPrev)
    {
        pix _pixL = new pix();
        _pixL.col = _col - 1;
        _pixL.row = _row + 1;
        pixels.Add(_pixL);
        pix _pixR = new pix();
        _pixR.col = _col + 1;
        _pixR.row = _row - 1;
        pixels.Add(_pixR);
        return pixels;
    }

    if (_col < _colPrev && _row > _rowPrev)
    {
        pix _pixL = new pix();
        _pixL.col = _col + 1;
        _pixL.row = _row + 1;
        pixels.Add(_pixL);
        pix _pixR = new pix();
        _pixR.col = _col - 1;
        _pixR.row = _row - 1;
        pixels.Add(_pixR);
        return pixels;
    }

    if (_col < _colPrev && _row < _rowPrev)
    {
        pix _pixL = new pix();
        _pixL.col = _col - 1;
        _pixL.row = _row - 1;

```

```

        pixels.Add(_pixL);
        pix _pixR = new pix();
        _pixR.col = _col - 1;
        _pixR.row = _row + 1;
        pixels.Add(_pixR);
        return pixels;
    }
    if (_col < _colPrev && _row > _rowPrev)
    {
        pix _pixL = new pix();
        _pixL.col = _col - 1;
        _pixL.row = _row - 1;
        pixels.Add(_pixL);
        pix _pixR = new pix();
        _pixR.col = _col + 1;
        _pixR.row = _row + 1;
        pixels.Add(_pixR);
        return pixels;
    }
    return null;
}
class pix
{
    public int row;
    public int col;
}
private double angleProfil(List<pix> pixels,IRaster2
raster,double gip)
{
    double pixValue1 =(double) raster.GetPixelValue(0,
pixels[0].col, pixels[0].row);
    double pixValue2 = (double)raster.GetPixelValue(0,
pixels[1].col, pixels[1].row);
    return Math.Asin((pixValue2-pixValue1)/gip);
}
private IPoint GetShipPoint(int nextTime)
{
    throw new NotImplementedException();
}

private void timerEnableToolStripMenuItem_Click(object
sender, EventArgs e)
{

```

```

ipTime = 0;
timer1.Interval = 2000;
buildSegment = false;
IFeatureCursor pointModelCursor = null;
if (!timer1.Enabled)
{
    timerEnableToolStripMenuItem.Text = "Stop Profil
Creation";

    IRasterLayer _r1 = myMap.Layer[7] as IRasterLayer;
    raster = (IRaster2)_r1.Raster;
    _rasterSR = raster.GeodataXform.SpatialReference;
    IWorkspaceFactory popWorkSpaseFactory = new
ShapefileWorkspaceFactoryClass();
    IWorkspace popWorkSpase =
popWorkSpaseFactory.OpenFromFile(Properties.Settings.Default.ShipS
hpPath, 0);//
    IFeatureWorkspace FeatPopWorkSpace = popWorkSpase
as IFeatureWorkspace;
    IFeatureClass pointModelFC =
FeatPopWorkSpace.OpenFeatureClass(Properties.Settings.Default.Ship
Shp);
    IFeatureClass profileFC =
FeatPopWorkSpace.OpenFeatureClass(Properties.Settings.Default.Prof
ileShp);
    IFeatureClass gasFC =
FeatPopWorkSpace.OpenFeatureClass(Properties.Settings.Default.GasS
hp);
    IFeatureCursor gacCur = gasFC.Search(null, false);
    gasPoint = gacCur.NextFeature().Shape as IPoint;
    IFeatureCursor profilCur = profileFC.Update(null,
false);

    profilFeature = profilCur.NextFeature();
    IFeatureClass shipTrace =
FeatPopWorkSpace.OpenFeatureClass("ShipTrace");
    IFeatureCursor shipTraceFC =
shipTrace.Search(null, false);
    IFeature shTr = shipTraceFC.NextFeature();
    IPolyline shTrLine = shTr.Shape as IPolyline;
    IPoint fromPoint = shTrLine.FromPoint;
    shipTracePost =
FeatPopWorkSpace.OpenFeatureClass("ShipTracePost");
    IFeatureCursor shipTracePostFC =
shipTracePost.Update(null, false);
    IFeature _stpFeat = shipTracePostFC.NextFeature();

```

```

while (_stpFeat != null)
{
    _stpFeat.Delete();
    _stpFeat = shipTracePostFC.NextFeature();

}
IQueryFilter qf = new QueryFilterClass();
qf.WhereClause = "FID=0";
pointModelCursor = pointModelFC.Update(qf, false);
ShipFeature = pointModelCursor.NextFeature();
IFeatureCursor shipTracePostFCInsert =
shipTracePost.Insert(false);
IFeature newTrace = shipTracePost.CreateFeature();
IPointCollection newTraceLine = new
PolylineClass();
newTraceLine.AddPoint(fromPoint);
newTraceLine.AddPoint(fromPoint);
newTrace.Shape = newTraceLine as IGeometry;
newTrace.Store();
LoadData(shTr, 1);
arrTimeLine = timeline.ToArray();
timer1.Enabled = true;
}
else
{
    timer1.Stop();
    string _oceanProperties =
Properties.Settings.Default.OceanPropertis;
oceanLineProfils =
createProfil.CreateSlopeProfile(profilFeature, raster, ref
resultMedMesures, _oceanProperties);
SaveFileDialog openFileDialog1 = new
SaveFileDialog();
openFileDialog1.InitialDirectory =
@"D:\Arcdata\Chine";
openFileDialog1.Filter = "txt files
(*.txt)|*.txt";
openFileDialog1.FilterIndex = 2;
openFileDialog1.RestoreDirectory = true;
DialogResult dResult =
openFileDialog1.ShowDialog();
string txtFiles = null;

if (dResult == DialogResult.OK)

```

```

    {
        txtFiles = openFileDialog1.FileName;
        buildSegment = false;
        timer1.Enabled = false;
        string line;
        using (System.IO.StreamWriter file =
            new System.IO.StreamWriter(txtFiles))
        {
            line = "L " + ";" + "H " + ";" + "Gamma "
+ ";" + "Швидкість звуку";
            file.WriteLine(line);
            foreach (OceanLineProfil _gidrMeas in
oceanLineProfils)
            {
                line = _gidrMeas.lineKoord.ToString()
+ ";" + _gidrMeas.h.ToString() + ";" + _gidrMeas.gamma.ToString()
+ ";" + _gidrMeas.solt.ToString();
                file.WriteLine(line);
            }
        }
    }
    timerEnableToolStripMenuItem.Text = "Start Profil
Creation";
}
}
public bool LoadData(string filename, int ShipFilter)
{
    string r_string = "";
    string[] split = null;
    string[] timestr = null;
    PlaneDataType tmpPlane;
    int index = 0;
    System.IO.StreamReader tr =
System.IO.File.OpenText(filename);
    timeline.Clear();

    do
    {
        r_string = tr.ReadLine();
        if (r_string == null) break;
        tmpPlane = new PlaneDataType();
        split = r_string.Split(';');
    }

```

```

        timestr = split[1].Split(':');
        tmpPlane.time = Convert.ToDouble(timestr[0]) *
3600 +
            Convert.ToDouble(timestr[1]) * 60 +
Convert.ToDouble(timestr[2]);
        timestr = split[2].Split(',');
        tmpPlane.id = Convert.ToInt32(timestr[0]);
        if (tmpPlane.id == ShipFilter)
        {
            tmpPlane.x = (Convert.ToDouble(split[4])-
860000) * 0.00001819146095651946;
            tmpPlane.y =
(Convert.ToDouble(split[5])+640000) * 0.000003886150456405414;
            tmpPlane.q =
(float)Convert.ToDouble(split[7]);
            tmpPlane.visible = true;
            tmpPlane.height = Convert.ToDouble(split[6]);
            timeline.Add(tmpPlane);
            index++;
        }
    } while (r_string.Length != 0);

    tr.Close();
    return true;
}
public bool LoadData(IFeature shipLine, int ShipFilter)
{
    PlaneDataType tmpPlane;
    int index = 0;
    IPolyline routeLine = shipLine.Shape as IPolyline;
    ISegmentCollection pSegmentColl = routeLine as
ISegmentCollection;

    for (int j = 0; j < pSegmentColl.SegmentCount;
j++)
    {
        double _m = 0;
        ILine _rls = pSegmentColl.get_Segment(j)
as ILine;
        for (int i = 0; i < _rls.Length / 0.01026;
i++)
        {
            IPoint outPoint = new PointClass();

```

```

        _rls.QueryPoint(0, 0.01026 * i, true,
outPoint);

        outPoint.Project(_rasterSR);
        tmpPlane = new PlaneDataType();
        tmpPlane.time = i * 120;
        tmpPlane.x = outPoint.X;
        tmpPlane.y = outPoint.Y;
        tmpPlane.q = 0;
        tmpPlane.hight = 0;
        timeline.Add(tmpPlane);
        index++;
    }
}
PlaneDataType _pdtPrev = timeline[0];
for(int i=1;i<timeline.Count;i++)
{
    PlaneDataType _pdt=timeline[i];
    _pdt.q = ((Math.Atan(Math.Abs(_pdt.y -
_pdtPrev.y) / Math.Abs(_pdt.x - _pdtPrev.x)))/Math.PI)*180 ;
    _pdtPrev = _pdt;
}

    return true;
}
}
class PlaneDataType
{
    public double time;
    public int id;
    public double x;
    public double y;
    public double q;
    public bool visible;
    public double hight;
    public double prior;
}
public class GidroMeasure
{
    public double X;
    public double Y;
    public double H;
    public double GroundType;
    public GidroMeasure(double _X, double _Y, double _H,

```

```

double _GroundType)
{
    X = _X;
    Y = _Y;
    H = _H;
    GroundType = _GroundType;
}

}
public class OceanProperties
{
    public int season;
    public int watertype;
    public double z;
    public double temp;
    public double solt;
    public OceanProperties(int _season, int _watertype, double
_z, double _temp, double _solt)
    {
        season = _season;
        watertype = _watertype;
        z = _z;
        temp = _temp;
        solt = _solt;
    }
}
}

```


ДОДАТОК 3

Web-сервіс генерації гідроакустичного сигналу променевим методом

Опис програми

УКР.НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського»_ТЕФ_АПЕПС_ТМ52_19Б 12-2

Аркушів 7

Київ – 2019

АНОТАЦІЯ

Додаток надає можливість моделювати умови проходження звукового сигналу в морському середовищі.

Розроблений спеціалізований програмно технологічний комплекс моделювання гідроакустичних процесів з використанням методики сценарного і математичного моделювання.

Під час розробки комплексу використано мову програмування C#, також використано можливості ArcGis. Середовищем програмування було вибрано Microsoft Visual Studio 2010.

ЗМІСТ

1. Загальні відомості	4
2. Функціональне призначення	5
3. Опис логічної структури.....	6
4. Використовувані технічні засоби	7

ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

Відповідно до теми дипломної роботи, комплекс моделює умови проходження звукового сигналу в морському середовищі

Комплекс був написаний мовою C# з використанням функцій ArcObjects .NET SDK. Розроблений комплекс має графічний інтерфейс. Комплекс складається з двох частин.

Інтерфейс комплексу зрозумілий для користувача. Комплекс не потребує інсталяції інших програмних забезпечень.

ФУНКЦІОНАЛЬНЕ ПРИЗНАЧЕННЯ

Програмний комплекс покликаний вирішувати наступні задачі моделювання:

- 1. комп'ютерне моделювання процесів розповсюдження акустичних сигналів в гідро середовище;**
- 2. 2. моделювання процесів виділення сигналів, що надійшли від різних шумовипромінюючих об'єктів;**
- 3. 3. моделювання процесів класифікації та ідентифікації об'єктів - джерел випромінювання;**

Крім того, комплекс повинен вирішувати завдання організації дослідного процесу, що полягає в проведенні ряду експериментів, включаючи такі завдання як облік експериментів, організацію сцен, формування сценаріїв, оцінку в системі моделей.

ОПИС ЛОГІЧНОЇ СТРУКТУРИ

Модуль був написаний мовою C# з використанням функцій ArcObjects .NET SDK. Розроблений модуль має графічний інтерфейс.

Модуль складається з двох частин:

1. Бібліотеки побудови профілю морського середовища.
2. Графічного інтерфейсу та моделювання умов проходження звукового сигналу в морському середовищі.

Для запуску застосунку потрібно запустити exe файл

Після запуску відкриється головне вікно з графічним інтерфейсом, яке розділене на три окремих компонента:

1. Дані зчитувані з профіля морського середовища
2. Компонент ArcGis з шарами, які відображають географічні набори даних.
3. Мапа морського середовища з підводними та надводними об'єктами.

Для запуску програми треба натиснути «Start Profil Creation» після чого відбудеться створення профілю морського середовища та почнеться зчитування морського дна гідроакустичним датчиком. В ході роботи програми будуть записуватися дані профіля морського середовища, які потім можна зберегти в txt документі

В будь-який час можна зупинити програму натиснувши «Stop Profil Creation» та записати вихідні дані в txt документ.

Дані профілю морського середовища складаються з трьох значень:

1. L – довжина від гідроакустичного датчика до наступного нахилу морського дна.
2. H - Глибина морського дна .
3. Fi - Кут нахилу.

ВИКОРИСТОВУВАНІ ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ

Для доступу до програмного продукту потрібно мати комп'ютер або ноутбук.

Даний програмний продукт має зрозумілий інтерфейс та може бути запущеним на будь-якому комп'ютері.